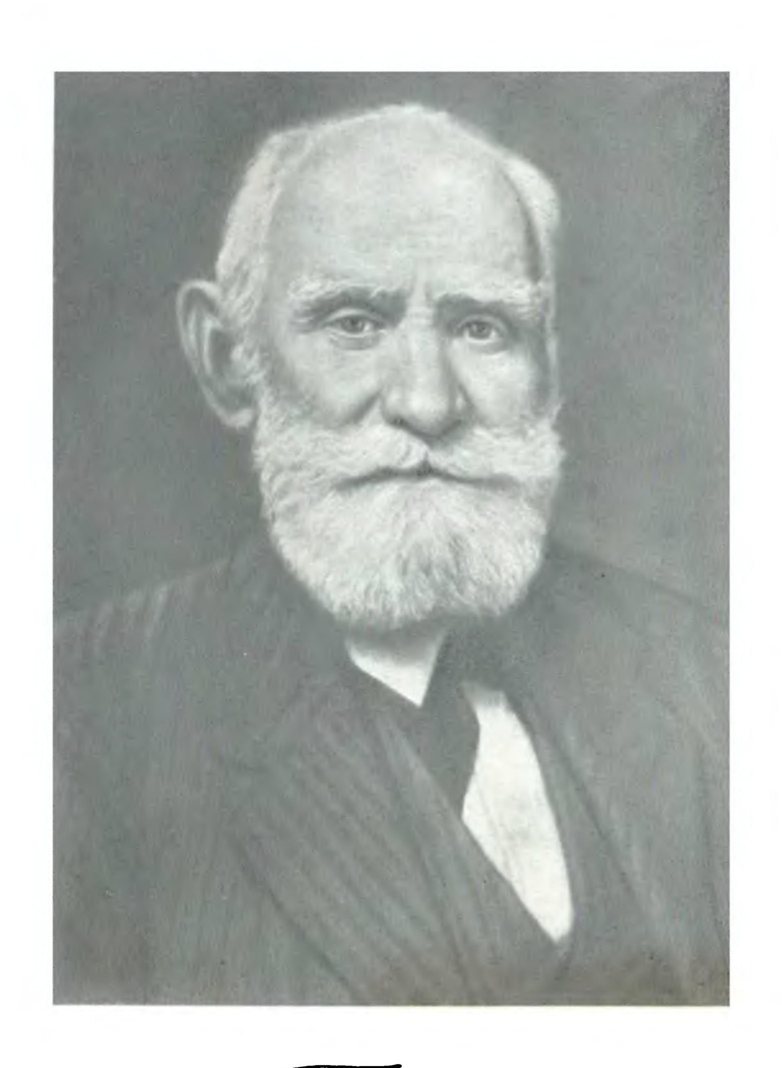
И. П. ПАВЛОВ

ЛЕКЦИИ по ФИЗИОЛОГИИ



Ив. Павловъ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ ИМЕНИ И. П. ПАВЛОВА

И. П. ПАВЛОВ



ЛЕКЦИИ ПО ФИЗИОЛОГИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА · 1952 · ЛЕНИНГРАД

«Лекции по физиологии» читались студентам второго курса Военно-медицинской академии (ныне им. С. М. Кирова), где И. П. Павлов с 1895 по 1925 г. заведывал Кафедрой физиологии; они были конспективно застенографированы в 1911/12 и 1912/13 учебных годах П. С. Купаловым и им же расшифрованы и обработаны.

Впервые «Лекции по физиологии» были изданы в 1949 г., а в 1952 г. вышли в V томе «Полного собрания сочинений». Ввиду многочисленных ошибок и искажений, оказавшихся в первом издании, текст лекций для V тома «Полного собрания сочинений» был заново просмотрен П. С. Купаловым и тщательно сверен им по стенограммам. Кроме того, в V том были включены дополнительно впервые расшифрованные разделы — «Физиология желез внутренней секреции» и «Физиология теплорегуляции».

«Лекции по физиологии» настоящего издания печатаются без изменений по V тому «Полного собрания сочинений» И. П. Павлова.

Публикуемые лекции не были просмотрены и завизированы И. П. Павловым. Содержание разделов «Физиология центральной нервной системы» и «Физиология больших полушарий головного мозга» отражает начальный период гениального творчества И. П. Павлова по высшей нервной деятельности. Исчерпывающее изложение его учения об условных рефлексах — высшей нервной деятельности — представлено в «Двадцатилетнем опыте» (III том «Полного собрания сочинений») и в «Лекциях о работе больших полушарий головного мозга» (IV том «Полного собрания сочинений»).

Ввиду того, что «Лекции по физиологии» в исправленном и сверенном со стенограммами виде были изданы впервые только в V томе «Полного собрания сочинений», предназначенного для подписчиков, решено выпустить настоящее издание «Лекций» отдельной книгой.

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ



Лекция первая

ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ПРЕДМЕТЕ ФИЗИОЛОГИИ. — ПИЩЕВАРЕНИЕ. — СТРУКТУРА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА. — ПИЩЕВЫЕ ВЕЩЕСТВА. — ФЕРМЕНТЫ

Предметом моих занятий будет физиология животных. Я сейчас скажу только несколько слов об общем взгляде на предмет, а подробности изложу впоследствии, когда перед вами пройдут факты. Вы занимались анатомией и гистологией, т. е. познакомились с грубым и тонким устройством человеческого тела, форм организма. В этом году вы будете изучать еще и физиологическую химию, т. е. познакомитесь с химическим составом организма. Но все это, конечно, материал для дальнейшего знания, которое увенчивается той наукой, которую преподаю я. Понятно, вам важно знать не только, как устроен человеческий организм, но и как он действует. И вот эту задачу разрешает физиология.

При решении этой задачи дело сводится к тому, чтобы и животный и человеческий организмы, очень похожие друг на друга, рассматривать как машины. Только такой взгляд может быть назван научным. И теперь и в течение всей своей дальнейшей деятельности вы должны смотреть на человеческий организм так, как механик смотрит на машину, которую он должен знать и которой он должен управлять.

Для того чтобы уяснить вам значение физиологии, я приведу такой пример. Возьмите самую простейшую машину. Что нужно, чтобы вы могли управлять этой машиной и чинить ее, когда потребуется? Во-первых, нужно знать, из каких частей эта машина состоит, как она устроена, а затем нужно знать, как эти части работают. Часовщик должен знать все колесики, оси, пружинки. И только зная все это, он может представить себе ход часов и будет в состоянии исправить их

Совершенно такое же отношение должно быть и у вас к человеческому организму и никакого другого. Задача физиологии и состоит в том, чтобы понять работу машины человеческого организма, определить значение каждой его части, понять, как эти части связаны, как они взаимодействуют и каким образом из их взаимодействия получается валовой результат — общая работа организма. Вот самый простой и ясный взгляд на предмет физиологии, который вы должны иметь в виду.

Если вы скажете, что человеческий организм не только производит механическую работу, но он и сам заряжается, сам доставляет себе материал для работы, то что же из этого? И машины, созданные человеком, так делают. Пожарная машина, например, сама забирает воду, сама и выбрасывает ее. Можно представить себе такую машину, которая и поправлять себя будет, конечно в малых размерах. Одним словом, вы можете трактовать человеческий организм только как машину. Я, разумеется, говорю о предмете в самом общем виде. Когда вы будете врачами и будете ухаживать за этой машиной, то вы будете смотреть на человека не только как на машину, хотя основное ваше отношение все-таки должно быть машинное. Но об этих специальных отношениях к человеку вам скажут клиницисты. Я же как физиолог буду смотреть на человеческий организм как на чистую машину.

Ближе я вас в свой предмет сейчас вводить не буду. О методах физиологии, о ее задачах я вам скажу впоследствии, при более благоприятных обстоятельствах, когда у вас уже накопится фактический материал. Первую главу я вам изложу особенно подробно и наглядно покажу все горизонты физиологического исследования. Когда у нас накопятся факты, я их синтезирую, свяжу и покажу вам, какова должна быть научная обработка предмета во всей ее широте. А пока вам достаточно знать, что физиология есть изучение деятельности машины животного организма.

Теперь вам должно быть понятно, что значение физиологии представляет для вас кровный интерес. Вы хотите быть врачами, т. е. делать, если можно, больного человека здоровым или по крайней мере улучшать его состояние. А раз это так, то прямая ваша обязанность — познакомиться не только с устройством машины человеческого организма во всех частях, как это вы узнали и узнаете из анатомии, но вы должны знать и ход и деятельность этой машины. Только при таком условии вы сможете рассчитывать на плодотворное воздействие на человеческий организм. Против этого возражать, понятно, нельзя, это — естественный, неизбежный взгляд на дело.

Конечно, вы можете упростить свою работу до крайности и механически прописывать рецепты, но тогда вы не будете врачами, вы будете знахарями, фельдшерами, кем угодно, только не врачами.

Теперь, прежде чем перейти к делу, я скажу несколько слов об организации нашего учебного плана. Во-первых, что мы будем делать? Физиология, как вам ясно, — не теоретическая наука. Она вся построена на фактах, и эти факты вы должны себе представлять. А вы знаете, что представлять факты по книге очень трудно, можно читать и не понять. Поэтому мой курс физиологии будет демонстративный. Мы будем стараться, чтобы между фактами и вами не было никаких посредников. Это необходимо и потому, что у нас, к сожалению, за недостатком средств нет практических занятий по физиологии, на которых студенты имели бы возможность ближе подойти к предмету.

Теперь, каково должно быть ваше отношение? По книгам изучить физиологию нельзя. Поэтому тот, кто не будет присутствовать на демонстрациях, знать физиологию не будет. Но в то же время только ходить, смотреть и слушать — мало, у вас от этого ничего не останется в голове. Я по личному студенческому опыту советую вам в двух-трех словах записать, что вы видели на лекции, и этим зафиксировать все в своей памяти. Иначе получится сумбур.

Что касается книг, то книг хороших много. Берите любую, но старайтесь не брать слишком старую. Наша наука быстро идет вперед, и учебники, написанные лет 10—20 назад, нужно считать уже устаревшими.

Центр тяжести лежит, конечно, в демонстративном курсе. Но всю физиологию я вам за год показать не успею, поэтому книги тоже необходимы.

Скажу еще, — чтобы не было недоразумений, — я читаю не весь курс, часть его читают мои молодые товарищи. То, что они читают, есть та же физиология, столь же важная для вас. Поэтому вы не делайте предпочтения моим лекциям, считая, что профессорский курс знать надо, а то, что читают ассистенты, не надо. Все надо знать одинаково, никакого разделения на важное и неважное не должно быть.

Итак, наша задача есть изучение организма животных. Вы, конечно, заинтересованы человеком. Вам, естественно, как будущим врачам надо знать человеческий организм. Надо сказать, что та наука, которую я читаю, так и называется — физиология человека. Строго говоря, такое название немного фикция. Дело в том, что, как вы увидите далее, те приемы,

которые употребляет наша наука, не применимы к человеку: вы увидите, что в научных целях производятся эксперименты, приводящие к гибели животных организмов. Понятно, что такой метод применим только на животных. Так что на самом деле вы будете слушать физиологию животных, а не человека. Но по сути это будет и физиология человека, так как, — вы это уже знаете, — человеческий организм очень похож на организм высших животных. Существует не только сходство форм, но и функций. И этим в значительной степени оправдывается и название нашей науки и значение ее для вас как врачей. Конечно, в некоторых случаях бывают отступления и их надо учитывать. С этими особенностями человеческого организма вы встретитесь и у меня на курсе, а главным образом потом, в клиниках.

Что касается расположения материала, то делать это можно разно. Животный организм есть замкнутая машина, и какого-нибудь особенного начала и конца в этой машине нет. Всякое начало будет искусственно. Я начинаю физиологию всегда с пищеварения по следующим причинам. Прежде всего — чисто практические соображения. Эта часть у нас особенно хорошо демонстративно поставлена. Это для вас на первых порах будет очень полезно. Кроме того, у меня есть на это и более существенные мотивы. Ведь основной факт существования животного организма тот, что организм берет из внешнего мира известный материал; всякое животное должно питаться. Иначе произойдет голодание и смерть. Этим оправдано то, что я начну с ввода пищевого вещества в организм. Дальше. Вся жизнь организма может быть сведена к разнообразным превращениям введенного вещества, к химическим и другим реакциям. Следовательно, и весь остальной материал может, таким образом, расположиться легко и стройно. Мы проследим пищевые вещества с того момента, как они попали в рот, посмотрим, что с ними произойдет в пищеварительном канале, куда они попадут оттуда, а также, как их ненужные остатки будут организмом выброшены. И можно сказать совершенно серьезно, что идеал полного знания — проследить без малейшего пропуска судьбу всего того, что попадает в организм. Как видите, принятый мною план хорошо оправдывается и теоретически. Весь материал физиологии по нему укладывается совершенно естественно.

Теперь я приступлю к физиологии, к изучению деятельности пищеварительного канала. Что касается морфологических данных, то вы их уже знаете, и я их буду только напоминать вам или подчеркивать.

Пищеварительный канал представляет собой сквозную трубку с расширениями и некоторыми придатками, которая начинается ртом и кончается заднепроходным отверстием. Эта трубка делится на отделы. Первый отдел — рот, затем следует трубка пищевода, которая ведет в желудок. Желудок представляет собой расширение трубки пищеварительного канала и переходит в кишки разных наименований, сначала в тонкие, а затем в толстые, являющиеся продолжением первых. Словом, эта трубка грубо, макроскопически разделена на различные отделы. Кроме того, эти отделы разнятся и по микроскопическому устройству своих стенок. Затем, вы знаете, что к этой трубке имеются добавочные части — различные железы, которые лежат вне трубки, но связаны с нею своими протоками. Железы эти — слюнные, желудочные, панкреатическая, печень.

Теперь, какая задача этой пищеварительной трубки? У нее два основных рода деятельности. Во-первых, забрать внешнее вещество — пищу — из окружающего мира. Затем продвинуть эту массу вещества через весь пищеварительный канал и при этом ее механически всячески обработать: размельчить, раздробить, размять, отжать. Это одна сторона деятельности — чисто механическая. Другая же задача более сложная — обработать пищевую массу химически, видоизменить ее всячески химическим способом, превратить ее в другие соединения. Мы и займемся изучением этих двух сторон, которые исчерпывают собою всю деятельность пищеварительной трубки.

Я начну с химической деятельности. Для того чтобы вам все было ясно, я должен привести некоторые химические данные. Я скажу об этом коротенько, насколько это нужно в моих целях, а подробно вы об этом узнаете на лекциях физиологической химии.

Прежде всего вам надо знать состав пищевых веществ. Пищевые вещества, если вы возьмете весь живой мир — и животных и растения, очень разнообразны. Мы этого разнообразия касаться не будем. Я буду говорить только о тех пищевых веществах, которые составляют нашу пищу и пищу ближайших к нам животных.

Все пищевые вещества делятся на три группы: белки, жиры и углеводы. Во главе их стоят азотсодержащие белковые вещества. Примером может служить яичный белок. Белковые вещества с химической стороны представляют самые сложные вещества на земном шаре. Они состоят из четырех главных элементов: азота, кислорода, водорода и углерода; кроме того, в их состав входят сера, железо, фосфор и т. д. Раньше белки были почти загадкой, но теперь химия начинает бросать яркий

свет на их состав и строение. И надо полагать, что пройдут годы, и мы будем очень хорошо осведомлены об их химической природе. Но подробно об этом вам скажут химики.

Вторая группа пищевых веществ — это жиры. Вы их хорошо знаете в виде растительного и животного масла. Химически жиры — так называемые сложные эфиры, особая группа тел. Состоят они из соединения трех органических кислот: стеариновой, олеиновой и пальмитиновой, с трехатомным алкоголем — глицерином. Когда я подойду ближе к предмету, тогда я напишу вам и формулы жиров, а пока ограничусь этим.

Затем следуют углеводы, т. е. органические вещества, содержащие углерод и воду.

Кроме этих трех групп, в состав пищи входят еще неорганические соли и вода. Обобщая понятие пищи, сюда надо прибавить еще кислород, который мы захватываем дыханием. Тогда это и будет все, что входит в наш организм и служит нам в широком смысле пищей.

Пища забирается организмом из внешнего мира и прежде всего поступает в рот. Во рту она подвергается всем известной механической обработке — размельчению, размягчению — и тут же претерпевает некоторые физико-химические превращения. Эти физико-химические превращения происходят во рту таким же образом, как и в других отделах пищеварительного канала, а именно: на пищевые вещества изливаются из стенок пищеварительного канала разные реактивные жидкости, которые носят название пищеварительных соков. Это вам должно напоминать химическую лабораторию. Ведь когда вам надо изменить какое-нибудь вещество, вы льете на него кислоты, щелочи, растворы солей. Совершенно тот же порядок обнаруживается и при обработке пищи в нашем теле.

Вы знаете, что когда пища входит в рот, то на нее течет слюна; вы знаете, что слюна берется из слюнных желез, которые лежат вне полости рта и соединяются с нею трубочками, носящими название слюнных протоков. И все остальные реагенты пищеварительного канала добываются таким же образом: желудочный сок из желудочных желез, панкреатический — из панкреатической железы, желчь — из печени.

Значит, по всему пищеварительному тракту вы имеете последовательный ряд химических реактивов, которые изливаются в известном порядке и соответственным образом изменяют пищевые вещества. Дело происходит, следовательно, так, как на фабрике, где какой-нибудь сырой материал обрабатывается последовательно до тех пор, пока он не станет фабричным продуктом.

Первый реактив, который льется на пищу уже во рту, есть слюна. Вырабатывается она тремя парами слюнных желез: подчелюстных, подъязычных и околоушных. Первое действие слюны чисто физического характера. Она смачивает сухую пищу и способствует разминанию ее. А другое действие слюны — химическое.

Вот слюна. Она у нас профильтрована в пробирку и получена таким образом: кто-то просто плюнул в фильтр. Как видите, это прозрачная жидкость, немного тягучая. Реакция ее слабощелочная, т. е. красная лакмусовая бумажка окрашивается слюной в слабый синий цвет. Видите, лакмусовая бумажка при смачивании ее слюной синеет.

Состоит слюна в огромной своей массе (98—99%) из воды. Это надо помнить. Остальных веществ, значит, 2—1%. Из этих веществ надо назвать прежде всего слизистое вещество — муцин. Муцин можно получить и в сухом виде — в виде порошка. Если этот порошок вы смешаете с водой, то получите слизь. Затем в состав слюны входят некоторые белковые вещества и неорганические соли, например поваренная соль, сода и т. д.

Кроме того, в слюне имеется совершенно особое вещество, из группы тех веществ, которые встречаются только в живом мире — у животных и растений. Эти вещества играют огромную роль, они обусловливают собою те химические процессы, благодаря которым осуществляется жизнь, они и есть в полном смысле возбудители жизни. Они составляют основной пункт, центр тяжести физиолого-химического знания. Вы сегодня же увидите, какими свойствами они обладают. К сожалению, природа этих веществ до сих пор химически не выяснена. Их знают только по их действию, но не знают, из каких элементов и комбинаций они состоят. Эти вещества носят общее название ферментов. Надо сказать, однако, что, несмотря на всю сложность ферментов, они начинают уже попадать в полосу плодотворного исследования, так как ими очень заинтересованы и много занимаются. И если не я, то вы, наверное, дождетесь того времени, когда природа их будет разъяснена и они будут получаться искусственно, подобно другим телам. Работы идут чрезвычайно горячие, и основные пункты уже захвачены. Подробности об этом вам сообщат на лекциях по физиологической химии.

Ферменты есть, так сказать, первый акт жизненной деятельности, с которым вы сейчас и ознакомитесь. Все химические процессы направляются в теле именно этими веществами, они есть возбудители всех химических превращений.

Поэтому, надо сказать, что превращение пищи во рту под влиянием фермента слюны уже есть начало жизни, так как всю жизнь можно представлять как соединенную работу ферментов.

Фермент слюны носит название птиалина. Птиалин — это частное название, а ферменты — общее.

Я вам дам сейчас общую характеристику ферментов. Основное их свойство то, что они делают чрезвычайно глубокие химические изменения при весьма упрощенной внешней обстановке. Когда вы будете работать в лаборатории, вы увидите, что, для того чтобы произвести химическую реакцию, часто надо держать пробирку на огне, т. е. подвергать вещество действию сильного жара; вы увидите, что, для того чтобы произвести известные превращения, надо употреблять сильные кислоты, щелочи, концентрированные растворы солей и т. д. А вот ферменты все очень глубокие превращения производят без всякой повышенной температуры, без кислот, без щелочей. Притом ферменты действуют чрезвычайно быстро. Многие химические превращения в органической химии идут часами, днями, неделями, месяцами, а ферменты делают превращения на ваших глазах в какие-нибудь секунды, минуты.

Другая черта ферментов та, что сами они не переносят температуры выше 50—100°. Так что, если у вас идет превращение под влиянием фермента и вы все нагреваете, то ферментное вещество разрушится, перестанет действовать, и превращение остановится.

Перейдем теперь к тому ферменту, который встречается во рту, т. е. к птиалину слюны. Он обладает всеми свойствами ферментов. Посмотрим, в чем обнаруживается его действие. Птиалин действует специально на углеводы.

Я остановлюсь подробнее на углеводах, о которых я вам уже упомянул, говоря о составе пищи. Примерами углеводов являются всем известные вещества: обыкновенный сахар, который мы пьем в чае, сахар, который встречается в меде, в плодах, затем крахмал, который почти в чистом виде находится в картофеле в форме слоистых овальных зерен.

Углеводы получили свое название потому, что кислород и водород находятся в них в такой же пропорции, как и в воде, так что они представляют собой как бы соединение угля с водой. Прежде считали это за отличительную черту углеводов, но потом оказалось, что это не всегда так. Такое внешнее, грубое представление взято было из данных весового анализа. Долгое время углеводы представляли собой большую загадку, но благодаря работам химика Эмиля Фишера были разобраны и даже получены искусственно, синтетически.

А это, как известно, означает полное обладание предметом. Теперь углеводы представляются химически как ангидридные формы, т. е. альдегиды или кетоны многоатомных спиртов. Их делят на три группы по сложности: моносахариды, дисахариды и полисахариды. Состав их, таким образом, совершенно выяснен. Формула моносахаридов такая: $C_6H_{12}O_6$. Примером их могут служить медовый сахар, виноградный сахар и сахар, встречающийся в сладких плодах. Если две частицы моносахаридов соединяются с выделением одной частицы воды, то получаются дисахариды: $2C_6H_{12}O_6 - H_2O = C_{12}H_{22}O_{11}$. Примеры — наш обыкновенный и тростниковый сахар. Соединение же трех, четырех и более частиц моносахаридов с выделением соответствующего числа молекул воды дает полисахариды. Общая формула их $n(C_6H_{10}O_5)$. Примером их может служить крахмал. Вот вам три сорта, по сложности состава, углеводных веществ.

Так вот, первый фермент, с которым мы знакомимся, — птиалин; он имеет отношение к углеводам, причем его действие состоит в том, что он сложные углеводы — полисахариды — превращает в моносахариды, в виноградный сахар. Это превращение он делает при температуре тела и очень быстро, тогда как в лабораториях то же самое надо делать днями и сильнейшими реактивами. Мы сейчас и покажем вам действие птиалина.

Вот обыкновенный крахмал, который кухарки употребляют для киселя. Мы берем в две пробирки по десять кубиков этого крахмала. Он, как видите, липкий, тягучий. К одной из порций мы прибавляем один кубик слюны с птиалином, а в другую пробирку нальем один кубик воды для контроля, чтобы вы не подумали, что то, что произойдет, сделала вода слюны. Я взбалтываю обе пробирки. Вот смотрите. Действие птиалина уже началось. В пробирке со слюной жидкость становится более светлой и подвижной. Это видно всем. Теперь мы испытаем это на другой лад. Мы профильтруем жидкости из обеих пробирок. Смотрите: крахмал с птиалином уже фильтруется через несколько секунд; из другой же порции ничего не фильтруется, так как крахмал нерастворим и жидкость эта представляет собой набухшие от воды зерна крахмала.

Итак, вы видите, что под влиянием птиалина крахмал из нерастворимого состояния перешел в растворимое. В следующий раз вы увидите, что изменения пошли гораздо глубже.



Лекция вторая

СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ. — ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЛЮНЫ. — МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ

В прошлый раз мы начали изучение слюны и познакомились с первым реактивом, который организм вырабатывает при помощи слюнных желез для того, чтобы воздействовать на пищевые вещества и приготовить их так, чтобы они могли быть использованы организмом. Сегодня я буду продолжать изучение работы слюнных желез. Предупреждаю вас, что на физиологии их я остановлюсь непомерно долго, как ни на одном из последующих отделов. Смысл этого заключается в том, что из физиологии слюнных желез я делаю род введения в физиологию, т. е. на ее примере подробнейшим образом описываю все стороны физиологического исследования, чтобы у вас имелось представление о том, что делает, чем занимается физиология, какие у нее задачи и методы. Вместо того, чтобы на первых лекциях рассказывать теоретически обо всем этом, я предпочитаю показать вам фактически, какие вопросы ставит физиология, как она их решает и какими приемами она для этого пользуется. Такое предисловие, по-моему, даст вам реальное представление и лучше введет в суть дела, чем теоретические разговоры, когда вы еще не знакомы с фактами.

Уже из того, что вы услышали, вам ясно, что физиология, во-первых, тесно примыкает к химии. Я говорил вам о химическом составе пищи, познакомил вас с ее свойствами и более подробно остановился на химической деятельности первого реактива — птиалина слюны. Мы продолжим сегодня изучение свойств ферментов на этом первом ферменте, с которым мы встретились в полости рта.

Как я вам сказал, ферментные вещества характеризуются тем, что они теряют свое химическое действие, если их

в водном растворе нагреть до 50—100°. Мы это вам и покажем.

Возьмем две равных порции слюны, одну из них прокипятим, а затем исследуем их действие на крахмал. Вы увидите, что прокипяченная слюна перестанет действовать. Нагреваем до кипения, т. е. до 100°. Теперь берем в две пробирки по 10 кубиков крахмального клейстера. В одну из них прибавляем нормальную слюну, а в другую — прокипяченную. Вы видите, что свежая слюна уже действует: крахмал просветляется и становится жидким, а кипяченая слюна не производит никаких изменений. Теперь мы профильтруем обе порции крахмала.

Итак, как вы убедились, птиалин переводит крахмал из нерастворимого соединения в растворимое. Но я уже сказал вам, что действие птиалина идет гораздо глубже. Он разлагает полисахарид — крахмал — и переводит его в моносахарид, в самый простой по своему составу сахар. Вам и предстоит сейчас убедиться, что в той порции, которая фильтруется, уже имеется сахар. Убедиться в этом можно химическими реакциями. Моносахариды характеризуются тем, что они очень легко окисляются при кипячении и отнимают от некоторых веществ кислород. Мы возьмем сернокислую окись меди, т. е. соединение серной кислоты с окисью меди. Окись меди голубого цвета, сернокислый купорос также. Теперь, если мы сюда прибавим едкого кали, то оно выделит из соединения окись меди и получатся голубые хлопья гидрата окиси меди. Кроме окисного соединения с кислородом, у меди есть еще другое соединение — закисное. Закись меди бурого цвета и содержит меньше кислорода, чем окись. Так вот, мы возьмем немного профильтрованной жидкости из той пробирки, где была нормальная слюна, прибавим туда сернокислой меди и щелочи. Щелочь отщепит от купороса окись меди, а виноградный сахар при кипячении отнимет часть кислорода у голубой окиси меди и превратит ее в желто-бурую закись меди. Эта реакция носит название троммеровой пробы, и вам с ней придется часто встречаться впоследствии. Она доказывает присутствие сахара, так что ею всегда пользуются для определения сахара, например в моче и т. д.

Мы берем в пробирку немного профильтрованной жидкости, прибавляем к ней реактив и кипятим. Видите, вверху жидкость уже имеет бурый цвет. Следовательно, крахмал действительно превратился в обыкновенный виноградный сахар. У нас реактив уже готовый, и он носит название фелинговой жидкости.

Теперь вам ясно, что в данный момент физиология превращается в химию, она ставит себе химические задачи и решает их. В настоящее время у физиологов и химиков имеется общая научная задача — проникнуть в природу ферментов. Сейчас мы знаем только такие ферменты, которые фабрикуются живым веществом, и научная цель — достигнуть того, чтобы эти загадочные теперь ферменты готовить в лаборатории искусственно. Задача совершенно химическая.

Я вас познакомил коротко с ферментами и показал вам деятельность фермента слюны — птиалина. Кроме птиалина, в слюне есть еще другой фермент — оксидаза, при помощи которого происходит окисление. Но так как физиологическое значение его еще хорошо не выяснено, то я его и опускаю в своем изложении.

Итак, первой нашей задачей было — возможно полно и точно познать химически ту первую реактивную жидкость, с которой мы встречаемся в организме, т. е. слюну. Второй задачей будет определение значения каждой составной части слюны — белка, воды и т. д. Как механик должен уметь объяснить, из какого материала сделана каждая часть машины и почему, так это должен объяснить и физиолог по отношению к организму животного. Это — идеал знания. Вы сейчас увидите, что до такого идеала еще далеко; у нас еще нет точного, вполне определенного ответа на все.

Зачем вода в слюне? Ну, вы можете ответить, что в рот поступают пищевые вещества для химической обработки, а для всякой химической обработки самый главный и необходимый реактив — вода. В водных растворах обыкновенно идут все химические реакции, следовательно вода должна быть и во рту, так как там уже начинается химическое превращение пищи. Ответ удовлетворительный, и вы впоследствии убедитесь, что это рассуждение совершенно правильно. Вода в слюне необходима для того, чтобы смочить, размягчить сухую пищу и тем подготовить ее для дальнейших изменений. Если бы вы взяли сухой крахмал и сухой фермент, то никакой реакции не получилось бы. Вода необходима.

Далее. В слюне из подчелюстной железы имеется муцин, слизь. Нужно и можно ответить — зачем? Как вы увидите, эта слизь имеет значение смазочного вещества. Вы знаете, что во всех машинах для легкого хода, например для вращения осей, применяют разные маслянистые смазки. Так что и по отношению к слизи слюны можно сказать, что она играет роль смазочного вещества, облегчающего прохождение пищи изо рта в желудок. Ведь вы по собственному опыту знаете,

как дерет пищевод не смазанный чем-нибудь, спешно проглоченный кусок. Завтра мы вам докажем фактически, что муцин играет роль смазки.

Следующие вещества, которые имеются в слюне, — это белковые. Но здесь существует большая прореха, у нас нет еще точных данных для того, чтобы объяснить, почему в околоушной железе имеется белок. Можно предполагать, что назначение белка — отнимать от пищи ее острые свойства. Если пища очень кислая или щелочная, то можно думать, что белок имеет целью связывать лишнюю кислоту или щелочь. Но это положение не доказано в такой степени, как предшествующие.

Что касается солей, то их можно принимать как такие вещества, при которых хорошо идут многие химические реакции, но и здесь положение дела пока недостаточно известно.

Теперь мы пойдем дальше. Итак, мы знаем тот реактив, который изливается в рот, в первую инстанцию пищеварительного канала. Следующий по порядку вопрос, откуда эта реактивная жидкость берется? Какими органами организма она доставляется? Вы, конечно, знаете, что слюна добывается из органов, которые называются слюнными железами и открываются особыми трубочками, протоками, в полости рта. Вы знаете также из анатомии, что имеется три пары слюнных желез: подчелюстные (gl. submaxillares), подъязычные (gl. sublinguales) и околоушные (gl. parotides). Подробные сведения о их строении вы узнаете из гистологии. Первые две пары желез (они лежат под языком, внизу рта) доставляют слизистую слюну, содержащую муцин. Протоки их в полости рта открываются под языком. Околоушные же железы слизи почти не содержат, и в них вместо муцина находится белок. Открываются они своими протоками возле верхних коренных зубов.

Дальнейшая наша задача — проследить детально работу слюнных желез. Это уже чисто физиологическая задача, не имеющая отношения ни к химии, ни к анатомии. Прежде всего, как я буду следить за работой желез? Вопрос как следить — есть вопрос способа действия, вопрос метода. Вы увидите, что метод — самая первая, основная вещь. От метода, от способа действия зависит вся серьезность исследования. Все дело в хорошем методе. При хорошем методе и не очень талантливый человек может сделать много. А при плохом методе и гениальный человек будет работать впустую и не получит ценных, точных данных. Этой истиной вы должны проникнуться. Впоследствии вы будете иметь дело с человеком, и если вы будете пользоваться пустыми, плохими методами, то и ваша роль будет пустая, никуда не годная.

Поэтому я и расскажу вам сейчас о методе, при помощи которого мы будем изучать работу слюнных желез. Общая, валовая их работа состоит в том, что они фабрикуют слюну. Для того чтобы ближе узнать эту работу, я как-нибудь должен поместиться около слюнной железы, с тем чтобы постепенно собирать тот продукт, который она вырабатывает. Слюна нормально льется в рот, и, когда нам нужна была смешанная слюна, мы, как помните, просто плюнули в пробирку. Но если я хочу решить вопрос, как работает каждая железа в отдельности, то простое собирание слюны из полости рта, очевидно, мне ничего не даст. Слюна от всех желез будет перемешиваться, смешиваться с остатками пищи, часть ее будет проглатываться. Наконец не всякой собаке (а опыты мы ведем на собаках) заберешься в рот, не так-то она туда вас и пустит. Следовательно, при такой методике точно следить за работой слюнных желез и получить слюну в чистом виде невозможно.

И вот, чтобы притти на помощь этому, в старое время употреблялся такой метод. Снаружи, там, где проходит проток, резали кожу (это можно сделать и без хлороформа), доставали проток слюнной железы, разрезали его и вставляли в него трубочку. Таким образом слюна текла уже не в рот, а в трубочку. Дело исследования стало легче и лучше. Слюна теперь получалась чистая. Но неудобство этого приема состояло в том, что рана зудела и раздражала собаку, а это могло отразиться на верности результатов. Когда же рана начинала заживляться, то большею частью трубочка выпадала.

В настоящее время этот метод оставлен, а общепринятым сделался следующий. Вы хлороформируете животное, раскрываете ему рот, находите отверстие протока железы. Затем вырезаете кружочком слизистую оболочку вокруг отверстия протока. Сделав это, отделяете проток вместе с этим кусочком слизистой оболочки от окружающей ткани. Потом протыкаете стенку рта, вытаскиваете в дыру отпрепарованный проток наружу и здесь его приживляете. Вся суть дела, значит, состоит в том, что вы нормальное отверстие протока из полости рта пересаживаете на кожу. После такой операции слюна течет уже не в рот, а наружу, и вы можете собирать ее в пробирку.



Лекция третья

ОТДЕЛЕНИЕ СЛЮНЫ НА РАЗЛИЧНЫЕ ПИЩЕВЫЕ И НЕПИЩЕВЫЕ ВЕЩЕСТВА

Вчера мы приступили к чисто нашему, физиологическому делу — к определению работы слюнной железы. Как я вам говорил, здесь все дело состоит в способе действия, в методе, от совершенства которого будет зависеть и достоинство вашего исследования. Метод держит в руках судьбу исследования. Как вы видели, хотя слюнная железа и очень простой орган, но к ней все-таки сразу не доберешься. Необходимы особые приспособления, особые приемы методики. Истории этой методики я и коснулся в прошлый раз. Самый последний прием состоит в том, что вы переносите нормальный проток вместе с окружающей его слизистой оболочкой изо рта наружу (рис. 1). Это очень удобный метод.

Теперь, как собирать слюну? С этой целью мы прилепляем специальные воронки с разлатыми краями. Широкий край воронки намазывается менделеевской замазкой и затем придавливается к коже вокруг отверстия протока. Надо стараться, чтобы воронка пристала плотно, а замазка не закрыла отверстие. Тогда слюна будет течь в воронку и капать из ее носика. Теперь дело собирания слюны становится очень простым. Во-первых, вы можете считать слюну каплями, а затем — вы можете собирать ее в градуированную пробирку. Для этого к воронке прикрепляются тою же замазкой особые крючки, а на них подвешивается пробирка. Вот вам современная, очень удобная методика.

Собаку вы теперь не беспокоите, никакие раны ее не раздражают, и вы можете вести точные исследования.

Я стою на том, чтобы не только продемонстрировать перед вами факты, но, насколько возможно, научить вас физиоло-

гически думать. Поэтому я и останавливаюсь так подробно на приемах методики. Вам может показаться, что я рассказываю о пустяках, но ведь это очень важно. Хотя бы и в данном случае: вы можете думать, что дело очень простое, методика здесь самая пустячная. Но и здесь возможны ошибки, если вы не учтете всех подробностей. Нужно отчетливо помнить, что между явлением и вашими глазами, т. е. между работающей железой и тем, что вы видите, есть посредники: проток с отверстием и затем воронка и пробирка, по которым разливается слюна. Непосредственное наблюдение было бы тогда, если бы вы направили свой взор на самую секреторную клетку. Ничего этого у нас нет; вас от клетки, где слюна фабрикуется, отделяет длинный путь, по которому должна пройти слюна, прежде чем вы ее увидите. Поэтому надо тщательно следить за тем, чтобы воронка была налеплена плотно и чтобы току слюны ничего не мешало, чтобы ни отверстие протока не оказалось закрытым, ни воронка случайно не засорилась. Такие оплошности у работающих бывают сплошь и рядом.

Конечно, и данная методика не вполне безукоризненна, даже если вы и операцию произведете хорошо, не сузив нормальной ширины отверстия протока, и примете во внимание все указанные мною предосторожности. При современных условиях для абсолютной точности требуется, чтобы явление само себя записывало, а человеческое внимание отошло на задний план. Нельзя полагаться на напряжение человеческого внимания, так как нет никакого ручательства, что оно каждую секунду окажется на должной высоте. Ошибки всегда возможны, и в этом недостаток метода. Вы увидите после, что так называемый графический метод, когда запись явления идет помимо наблюдателя, все больше и больше распространяется на все области физиологического исследования. Я останавливаюсь на этом так долго потому, что хочу, чтобы вы прониклись тем, что все дело в методе, и оценили эту истину.

У вас может возникнуть вопрос: не может ли атрофироваться железа благодаря тому, что слюна перестает исполнять свое прямое назначение и не попадает в рот?

Можно определенно ответить, что нет. Слюна ведь не задерживается, а течет, а куда она течет, не играет роли. Точно так же и проток на новом месте не может сузиться, если только операция сделана хорошо. Если же операция сделана неудачно, то такая собака вообще не годна.

Переходим к опыту. Вот собака. У нее две фистулы. Проток околоушной железы выведен отдельно, а подчелюстной

и подъязычной вместе, так как протоки этих желез трудно разделить.

Как видите, снаружи на воронках приделаны как бы зонтики из прозрачной резиновой ткани. Это сделано для того, чтобы защитить отверстие пробирки от попадания туда чего-нибудь постороннего. Воронки сейчас у этой собаки прилеплены. Как вы видите, слюна из воронок не течет. Вы знакомитесь с первым фактом, что слюнные железы не постоянно работают, а иногда отдыхают, как сейчас. Наша задача теперь состоит в том, чтобы посмотреть, при каких условиях железа начинает работать. Сейчас, значит, вы видите пока покой железы.

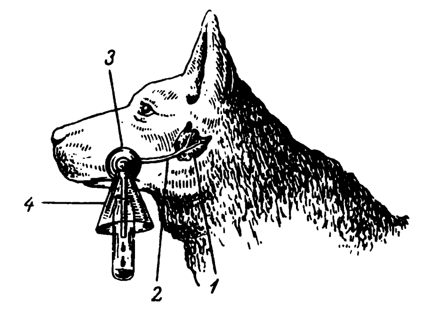


Рис. 1. Собака с постоянной фистулой околоушной железы.

1 — околоушная слюнная железа; *2* — проток железы; *3* — воронка; *4* — зонтик из резины над пробиркой.

Надеваем пробирочки. Слюны нет. Теперь мы будем кормить собаку в течение минуты определенным количеством мясного порошка. Кормим. Слюна течет. Мы соберем слюну и сосчитаем, сколько ее вытекло за минуту. Подчелюстная и подъязычная железы — 2 куб. см, околоушная — 1.8 куб. см.

Вы видите, что слюнные железы начали работать, когда в рот попал мясной порошок. Теперь мы войдем в подробности и посмотрим, есть ли разница в работе слюнных желез в зависимости от того, что попадает собаке в рот. Мы выждем, пока остановится слюноотделение на мясной порошок, и дадим собаке мяса.

Вы знаете, то, что мы сейчас делаем, называется опытом, или экспериментом. Мы сами создаем условия для явления, а не наблюдаем его, как оно есть. Я сначала не давал собаке есть и убедился, что слюны не было. Затем я положил ей в рот мясной порошок, и слюна потекла. Я командую явлением. Вот такое воздействие на ход явления сообразно с моим умыслом и называется опытом, экспериментом. Если бы я только смотрел, не вмешиваясь активно в дело, то это было бы простое наблюдение.

Даем мясо. Подчелюстная и подъязычная железы (или слизистые железы) выделили 0.4 куб. см, околоушная — 0.1 куб. см.

Видите, какая разница. Сырое мясо с водой вызывает очень мало слюны, а это же мясо в высушенном виде, т. е. мясной

порошок, вызывает огромное количество слюны. При сухой пище, значит, слюны течет больше. Вот вам и доказательство того, что слюна до некоторой степени функционирует как вода, смачивая и растворяя пищевые вещества. Одни и те же по химическому составу вещества, когда они с водой, то требуют мало слюны, а когда обезвожены, то требуют значительно больше слюны.

Далее, даем собаке хлеба. Это будет полусухая еда, и цифры должны получиться средние. И действительно: слизистые железы — 0.9 куб. см, околоушная железа — 0.9 куб. см.

Теперь возьмем сухари, т. е. обезвоженный хлеб. Слизистые железы — 1.2 куб. см, околоушная железа — 2.1 куб. см.

Вы видите, что когда даем собаке сухари, то слюны течет больше, причем обращает на себя внимание то обстоятельство, что изменилось соотношение количества слюны из верхней и нижних желез. Из подчелюстной и подъязычной желез прибавилось меньше слюны, чем из паротидной. Это наблюдается во многих случаях и показывает, что когда есть нужда в воде, то льется много слюны из околоушной железы; в этом отношении околоушная железа играет большую роль.

Теперь мы сделаем еще опыт в подтверждение того, что количество слюны зависит от сухости пищи: чем суше пища, тем больше слюны. Мы дадим сейчас собаке те же сухари, но предварительно смоченные водой. Слизистые железы — 0.8 куб. см, околоушная железа — 0.9 куб. см.

Видите, при еде мокрых сухарей вытекло приблизительно столько слюны, сколько и при еде хлеба. Это и понятно. Когда вы прибавили к сухарям воды, то слюны потребовалось меньше, так как слюна до некоторой степени играет роль воды.

Итак, перед вами совершенно точный факт, что слюнные железы работают различно, смотря по тому, с чем имеет дело рот — с сухим веществом или с мокрым, причем это отношение особенно резко сказывается на количестве околоушной слюны. Можно думать, что паротидная железа выделяет преимущественно воду и заменяет своей слюной недостаток воды в пищевых веществах.

Теперь мы вольем собаке в рот воды. По нашим рассуждениям, слюны при вливании воды течь не должно. Посмотрите: слизистые железы — ½ капли, околоушная железа — 1 капля.

Слюны нет. Немного есть, но это объясняется тем, что собаке залили воды в горло, а когда что-нибудь попадает в дыхательное горло, тогда полость рта увлажняется, чтобы все постороннее легче вышло из горла. Так что эта капля

слюны связана с тем, что собака поперхнулась. Итак, на воду слюна не течет, как и следовало ожидать на основании прежних фактов.

Мы поставим еще несколько опытов с непищевыми веществами. Мы сейчас будем вкладывать собаке в рот камни. Они будут так же давить на слизистую оболочку рта, как и сухари.

Бросаем камешки. Собака их немножко и грызет, а потом выбрасывает. Но посмотрим, как это скажется на слюнных железах. Слизистые железы — 0.1 куб. см, околоушная железа — 0.1 куб. см.

Немного слюны вытекло. Я представлю вам дальше факты и докажу, что это небольшое количество слюны зависело от особых причин, а не от камней.

А теперь вы отметьте, что на одно твердое тело — сухари — слюны текло очень много, до 2 куб. см, а на другое твердое же тело — на камни — вытекло за ту же минуту 0.1 куб. см. Во всяком случае перед вами факт огромной разницы в отделении слюны на различные твердые тела. Сухари вызывают слюны в 20 раз больше, нежели камни.

В рот попадает не только пища, попадает много и непищевых веществ. Надо посмотреть, что в таких случаях происходит со слюнными железами. Мы и попробуем сейчас вводить в рот собаке непищевые вещества, которые в нормальном ходе жизни случайно примешиваются к животной пище.

Вливаем собаке 0.5%-й раствор соляной кислоты. Слизистые железы — 2.3 куб. см, околоушная железа — 2.2 куб. см.

Вы видите, слюна течет, и очень обильно, и при вливании кислоты. Можно задать вопрос, для чего же при вливании кислоты течет слюна? Конечно, для того, чтобы обмывать рот. Ведь обыденный факт, всем известный, что, когда вам в рот попадает что-нибудь горькое, неприятное, — вы отплевываетесь. Словом, слюна исполняет по отношению к полости рта ту же роль, какую в лабораториях играет вода для мытья посуды: слюна обмывает рот.

Всыплем собаке порошок перца. Слизистые железы — 2.2 куб. см, околоушная железа — 2.4 куб. см.

Цифра слюны слизистых желез не полная, так как соскочила пробирка. Однако, как видите, слюна течет, и в большом количестве. Смысл дела, очевидно, тот же: очистка, обмывание рта от раздражающего вещества.

Теперь мы введем собаке обыкновенный кварцевый песок. По химическому составу песок одинаков с камнями, которые мы уже вводили собаке; это то же самое, только в другой

форме: там в виде больших кусков, здесь в виде порошинок. И вы увидите, что отношение желез будет различное.

Слизистые железы ничего не дали, отлепилась воронка; околоушная железа — 1.1 куб. см.

Итак, мы имеем ряд веществ, и съедобных и несъедобных, на которые слюна текла чрезвычайно различно: от 0 до 2—4 куб. см. Все это свидетельствует о крайне тонком соотношении деятельности желез со всем тем, что соприкасается с полостью рта.

Завтра мы еще ближе подойдем к изучению этого вопроса, и вы увидите, что сегодняшними фактами не исчерпывается все богатство работы слюнных желез. Вы увидите, что слюна меняется в зависимости от различных веществ не только количественно, но и качественно.





Лекция четвертая

АНАЛИЗ СОСТАВА СЛЮНЫ, ОТДЕЛЯЕМОЙ НА РАЗЛИЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Мы прежде всего дополним ряд вчерашних опытов. Дадим собаке молоко.

Слизистые железы — 1 куб. см, околоушная железа — 0 1 куб. см. Так как в прошлый раз у нас не была собрана подчелюстная слюна при даче песка, то мы повторим опыт.

Слизистые железы — 1.7 куб. см, околоушная железа — 2.3 куб. см.

Теперь мы напишем всю таблицу отделения слюны на различные вещества, начиная со вчерашних опытов.

Название предметов	Выделение слюны, в куб. см	
	слизистыми железами	околоушной железой
Мясной порошок	2.0	1.8
Мясо	0.4	0.1
Хлеб	0.9	0.9
Сухари	1.2	2.1
Сухари + вода	0.8	0.9
Вода	1/2 капли	1 капля
Камни	0.1	0.1
Кислота	2.3	2.2
Перец	2.2	2.4
Песок	1.7	2.3
Молоко	1.0	0.1

По этой таблице мы можем заключить, что железы, и слизистая и околоушная работают различно, смотря по тому,

что́ имеется во рту. Работа слюнных желез не есть шаблонная работа, а все время колеблющаяся, приспособляющаяся. Потом мы подробно объясним причину и значение этого, а теперь я буду входить дальше в исследование этих отношений.

До сих пор я обращал внимание в опытах только на количество слюны. А сейчас мы сделаем опыты относительно качества слюны. Вы понимаете, что если железа работает различно в количественном отношении, то вполне естественно предположить, что, быть может, слюна в разных случаях отличается и качественно. Мы проверим эту свою догадку, и вы увидите, что она правильна. Вы увидите, что слюна изменяется в зависимости от различных возбудителей не только количественно, но и качественно.

Мы сейчас будем собирать слюну, выделяемую на разные пищевые и непищевые вещества, не обращая внимания на ее количество, чтобы исследовать ее с качественной стороны.

Начнем с мясного порошка. Сперва мы дадим протечь первым порциям слюны при еде мясного порошка и потом уже начнем собирать. Делаем это мы для того, чтобы освободить протоки от той слюны, которая там была раньше и текла не на мясной порошок. Таким образом мы будем иметь полную гарантию, что собранная слюна вызвана именно мясным порошком.

Я нарочно все опыты делаю на ваших глазах для того, чтобы вы видели всю обстановку и продумали ее.

Теперь таким же образом соберем слюну, вливая собаке кислоту.

Для качественного исследования слюны мы будем употреблять не особенно точный метод исследования, но вполне хороший в условиях аудитории Речь будет итти о количестве муцина — слизистого вещества придающего слюне вязкий характер. Понятно, в лаборатории исследование ведется очень точно, но зато и очень долго Мы же проделаем все упрощенно, насколько это нужно в наших целях.

Соберем еще слюну, давая собаке сухари, перец, мясо и песок.

Мы будем определять тягучесть слюны, зависящую от количества слизи. Мы возьмем определенный объем слюны и будем измерять, во сколько времени слюна пройдет через капиллярную трубочку. Чем скорее пройдет, тем более жидкая будет слюна.

Вы видите, что такой способ преподавания занимает очень много времени, но я считаю, что факты в тысячу раз важнее слов. Если вы понимаете факты, вы понимаете все.

Вчерашний день я был на экзамене и спросил у одного студента о законе Белла. Студент мне отлично отчеканил, в чем состоит этот закон. Тогда меня надоумило спросить — на основании каких фактов выведен закон Белла. Он не ответил. Для меня было ясно, что он никакого понятия о фактах не имеет, а говорит зазубренные слова. Ну, а словам грош цена. Вот почему я так напираю на опыты и стараюсь, чтобы вы вполне овладели ими.

Мы собрали слюну, выделившуюся на различные вещества; приступим к ее анализу. Вот воронка с капиллярной трубочкой. Нальем в воронку определенное количество слюны и пропустим через трубочку. В руках у меня особые часы, которые при надавливании начинают механически итти и затем по желанию могут быть остановлены. Такими часами обыкновенно пользуются на беговых состязаниях. Они очень удобны, так как дают возможность точно отсчитывать время, не глядя на часы.

Мы промываем воронку водой и сушим спиртом и эфиром. Берем кубик слюны от подчелюстной железы, полученной при даче мясного порошка.

Прошло 3 минуты, и все-таки вся слюна не успела пройти через трубочку. Мы так и обозначим — больше (>) 3 минут.

Мясной порошок	> 3 минут, т. е. > 180	секунд
Кислота	27	»
Сухари	> 180	»

Мы не будем обращать внимания на вариации между очень густыми порциями слюны. Мы будем считать только до 3 минут, и если за 3 минуты слюна не протечет через трубочку, мы будем обозначать — больше 180 секунд.

Вы уже теперь видите, что слюна течет неодинаковая. На мясной порошок и на сухари мы имеем очень густую слюну, а на кислоту — жидкую слюну, почти одну воду. Видите, какая неожиданная сложность уже в таком простом органе, как слюнные железы. Они работают различно не только количественно, но и качественно. Нужно заметить, что это основное свойство каждого органа и всего организма, которое обыкновенно характеризуется и обозначается термином «высшая приспособляемость». Орган всегда приспособляется — и очень тонко — и количественно и качественно к тем обстоятельствам, при которых он работает. Приспособляемость — это немного психологическое понятие, а если говорить объективно, то надо сказать, что в организме существует в высшей степени тонкая машинная работа.

Перец	25 секунд	
Мясо	> 180 »	

Перед вами уже вырисовывается одно обобщение, относящееся к деятельности слюнных желез. Вы видите, что все три съедобных вещества вызывают густую слюну, а все выбрасываемые, отвергаемые — слюну водянистую. Очевидно, значение слюны в одном и другом случаях различно. Вы можете понять, что когда дело идет о выбрасывании, тогда нужно обмыть рот и слюна требуется жидкая, без муцина. А когда дело идет о веществах съедобных, то их надо предварительно смазать, чтобы они не обдирали слизистых оболочек, и тогда слюна течет с большим количеством слизи, муцина.

Песок	73 секунды	
Молоко	180 секунд	(очень немного больше)
Вода	10 »	(для сравнения со слюной взята чистая вода)

Жизнь — одно, а лаборатория — другое. Я не знаю, в какой степени вам интересно смотреть эти факты. Может быть, для вас это и интересно, потому что вы это видите в первый раз, ваше любопытство привлекает новизна предмета. Но я должен сказать вам, что мой интерес гораздо больше вашего, хотя для вас это ново, а для меня старо. А почему? Потому, что есть особый вкус видеть утвержденную, вне спора стоящую истину, особенно, когда тебе становится страшно дорога истина, как она есть, целиком, истина во всем ее настоящем размере. Так что мне эти старые факты, которые я вижу уже в тысячный раз, доставляют огромное удовольствие.

Итак, перед нами выступило совершенно отчетливое обобщение. Работа слюнных желез варьирует и в количественном и в качественном отношении в зависимости от того, какое вещество входит в рот, причем при введении веществ, отвергаемых животным, течет слюна жидкая, приближающаяся по тягучести к воде, а при введении веществ, которые должны продвинуться в желудок, течет слюна густая, тягучая, с большим количеством слизи.



Лекция пятая

ЗНАЧЕНИЕ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА СЛЮНЫ В РАБОТЕ ОКОЛОУШНОЙ И СЛИЗИСТЫХ ЖЕЛЕЗ

Мы получим сначала один добавочный факт, а потом запишем сводки результатов прежних опытов и будем обсуждать их. В прошлый раз мы исследовали слюну слизистых желез в зависимости от состава попадающих в рот веществ. А теперь мы покажем вам, что и околоушная железа на разные вещества реагирует различной по качеству слюной. Словом, мы по сути дела проделаем с околоушной слюной то же самое, что раньше делали со слизистой. Причина, почему я так подробно остановился на слизистой слюне, лежит в том, что для ее исследования имеется гораздо более удобная методика.

Мы собрали сейчас околоушную слюну, вытекающую на вливание 0.5%-го раствора кислоты. Эта слюна, как видите, очень мутная.

Вопрос: Можно ли проделать такие же опыты на человеке?

И. П. Павлов: С человеком дело обстоит труднее. Пробовали вставлять в отверстие слюнного протока трубочку и собирать слюну, но это неудобно и не дало хороших результатов. Более подробные и точные наблюдения делались над случайными пациентами, у которых бывают незаживающие свищи. Случается, что человек разорвет или надорвет через кожу проток, и тогда получается так называемая слюнная фистула, из которой слюна течет наружу. Задача хирурга поправить это, и вот тогда получается возможность наблюдать за деятельностью слюнных желез и на человеке.

Вот слюна, полученная при всыпании в рот песка. Она совершенно другого состава. Это видно уже по внешнему виду. Она, как видите, совершенно прозрачная, а слюна, полученная при вливании кислоты, мутная.

Итак, перед вами факт, что и околоушная железа выделяет слюну разного химического состава в зависимости от раздражителей полости рта.

На этом мы закончим список фактов.

Теперь мы повторим все, выпишем результаты всех наших опытов и разберем все это разнообразие деятельности слюнных желез.

Название предметов	Выделение слюны, в куб. см	
	слизистыми железами	околоушной железой
Мясной порошок	2.0	1.8
Мясо	0.4	0.1
Хлеб	0.9	0.9
Сухари	1.2	2.1
Сухари + вода	0.8	0.9
Вода	$^1/_2$ капли	1 капля
Камни	0.1	0.1
Кислота	2.3	2.2
Перец	2.2	2.4
Песок	1.7	2.3
Молоко	1.0	0.1

Будем смотреть на количество слюны. Как я вам уже сказал и как это бросается в глаза, количество слюны в общем определяется степенью твердости, сухости пищи. Это особенно отчетливо выступает, когда мы берем одно и то же вещество, но в одном случае богатое водой, а в другом — бедное. Возьмите мясной порошок и возьмите мясо, в котором около 75% воды и 25% плотного остатка. Из слизистых желез на мясной порошок течет 2 куб. см слюны, а на мясо — 0.4 куб. см. Из околоушной железы в обоих случаях течет слюны меньше, чем из слизистых желез, но также на сухое вещество больше, чем на влажное: на мясной порошок — 1.8 куб. см, а на сырое мясо течет 0.1 куб. см слюны. Итак, мясо вызывает очень мало слюны: 0.4 и 0.1 куб. см. Когда же вы это мясо высушите, т. е. удалите из него всю воду, превратите его в твердое вещество, в мясной порошок, и в таком виде дадите собаке, то тогда слюнные железы выделят уже гораздо больше слюны: вы получаете 2 и 1.8 куб. см, т. е. из слизистых желез в 5 раз больше слюны, а из околоушной в 18 раз больше. Что это действительно так, т. е. что количество слюны находится в тесной зависимости от твердости, сухости пищи, — это яв-

ствует и из опытов с сухарями и хлебом. Хлеб вызывает 0.9 куб. см из слизистых желез и 0.9 куб. см из околоушной. Хлеб — полуводянистая пища, в нем около 50% воды. На сухари же, т. е. на тот же хлеб, но без воды, вы получаете слюны значительно больше: 1.2 куб. см из слизистых желез и 2.1 куб. см из околоушной железы. Ясно, что когда в пище меньше воды, то количество слюны увеличивается. Обратно, если вы к сухарям прибавили воду, взяли мокрые сухари, то вы получите снова небольшие цифры слюны — 0.8 и 0.9 куб. см. Таким образом совершенно отчетливо видно, что в количественном отношении работа желез находится в зависимости от сухости пищи. Чем пища суше — тем слюны больше, чем больше в пище воды — тем слюны меньше. Итак, наше предположение, что слюна прежде всего заменяет воду, подтверждается. Слюна смачивает, делает мокрыми те вещества, с которыми она встречается в полости рта. Это ее первая функция.

Теперь смотрим дальше. Натурально, как следует из фактов, нет основания ждать, чтобы слюна текла при даче собаке воды. Слюна сама есть на 99% вода, и поэтому ясно, что вода не должна вызвать слюноотделения. У нас получилось 1½ капли, но и они зависели от других причин.

Пойдем дальше. Кроме воды и пищевых веществ, мы вводили ряд таких веществ, которые животное выбрасывает, следовательно, не проводит в желудок. Таковы — кислота, камни, перец, песок. Вы видели, что и они вызывали слюноотделение. Смысл дела ясен и здесь. Значение слюны в этих случаях — отмыть рот от отвергаемых веществ. Вы знаете и по собственному наблюдению, что, когда вам попадает в рот что-нибудь дрянное, вы долго отплевываетесь, т. е. моете рот слюной. Вот почему эти непищевые вещества вызывают так много слюны. Количество слюны, очевидно, будет зависеть от того, сколько дрянного вещества попало в рот и насколько оно обладает вредными для организма свойствами. Если попадает мало раздражающее, почти индифферентное вещество, то отмывать рот надо недолго, слюны потребуется мало. Но если в рот попадает сильная кислота, то слюны выльется огромная масса, потому что надо нейтрализовать, разбавить кислоту и отмыть от нее рот. Я вам не показал, как количество слюны зависит от силы кислотности, но это ясно и без опыта. То же можно сказать и об остальных непищевых веществах. Следовательно, в случае с кислотой слюна функционирует как очищающая жидкость, как вода.

Теперь обращу ваше внимание на следующие цифры. Поражает факт, что песок и камни чрезвычайно разнятся в отно-

шении количества слюноотделения. Песок вызывает гораздо больше слюны, хотя песок ведь это те же камни, только в раздробленном виде. Но понять причину этой разницы нетрудно. Камни и песок — нерастворимые вещества, действующие на стенки рта только механически. Камни, когда они попали в рот, надо лишь выбросить, а очищать от них рот нечего, промывать рот после камней не нужно, слюне делать нечего, ее и нет. Песок — другое дело. Пусть он нерастворим, но он пристает к слизистой оболочке и его надо отмыть, поэтому и течет слюна. Вы припомните свои собственные наблюдения на себе. Попробуйте освободиться от чего-нибудь порошистого, если рот сухой. Это очень мучительно. Очистить рот в таких случаях можно только струей воды. Вот вам для этого и слюна. Так что это объяснение понятно.

Теперь вы видите, какое тонкое соотношение существует между работой слюнных желез и тем, что должно произойти в интересах организма. Таковы основные вещи, которые бросаются в глаза в отношении количества слюны. Но тут есть еще один пункт, который должен привлечь ваше внимание. Это — молоко. Ведь молоко тоже жидкое вещество и содержит до 90% воды. Но почему же тогда молоко вызывает так много слюны из слизистых желез (1 куб. см), больше, чем хлеб? Что это значит? Очевидно, это особый случай, для которого должны быть особые основания. Вы прежде всего должны обратить внимание на то, что здесь существует очень большая разница в соотношении между количеством паротидной и слизистой слюны. Раньше у нас были цифры 2.0—1.8, 1.2—2.1, разница не такая большая. А в данном случае из слизистых желез вытекло в 10 раз больше слюны, чем из околоушной. Как это понимать?

Надо вам сказать, что все получаемые факты физиолог не может объяснить как дважды два — четыре. Во многих случаях приходится ограничиваться лишь намеком на объяснение. Долгое время оставалось совершенно загадочным, почему это молоко, жидкость, вызывает так много слюны. По паротидной слюне, которой вытекает очень мало, можно понять, в чем дело. В данном случае нет исключения из общего правила. Как жидкость молоко требует для себя мало слюны из околоушной железы. Молоку нужна не вода, которая преимущественно находится в паротидной слюне, а что-то другое, что также заключается в слюне слизистых желез. И вот, один доктор высказал догадку, что здесь все дело в слизи. Он предположил, что для молока нужна не вода, а слизь, которая находится в слизистой слюне, и объяснил смысл этого следую-

щим образом. Когда молоко попадает в желудок, то оно там свертывается от кислой реакции желудочного содержимого. Это всем известный факт: молоко от кислот свертывается. Так вот, если чистое молоко свернется в желудке, то получится компактный комок, в который будет трудно проникнуть реактивным жидкостям желудка. Слюна же, которая примешивается к молоку, делает то, что этот комок становится не сплошным, а разделенным на части, между которыми находятся прослойки из слизи. Объяснение очень вероятное. И к этому объяснению можно присоединиться, принимая во внимание, что при вливании в рот молока течет только слизистая слюна, а не водянистая паротидная слюна. Это лишнее доказательство того, до какой степени в организме все приспособлено сообразно с его надобностями.

Теперь эту таблицу надо обозреть еще с одной стороны. Именно в этом последнем факте особенно выступает различие между паротидной и слизистыми железами. Если вы внимательно смотрели, то вы видели, что эта разница выступала и в предшествующих случаях. Если вы сравните, то вы увидите, что всякий раз, когда требуется слюна как вода, тотчас же отделение из околоушной железы становится больше, чем из подчелюстной. Значит, паротидная слюна больше всего употребляется как вода. Там, где слюна функционирует как вода, там преимущественно работает околоушная железа. Из этого мы видим, что есть разница в жизненной работе и значении этих желез для организма.

Возьмите сухари, хлеб и смоченные сухари, сухари плюс вода.

При даче хлеба мы получили 0.9 и 0.9 куб. см, при даче смоченных сухарей — 0.8 и 0.9 куб. см. Разницы нет. И из околоушной и из подчелюстной желез слюна течет одинаково. Но как только мы взяли чистые сухари, сейчас же выступила разница между слизистыми железами и околоушной железой. Околоушная железа дала гораздо больше слюны, чем слизистые. Значит, в случае полужидкой пищи железы работают одинаково, но когда пища делается сухой, тогда из околоушной железы поступает больше слюны.

Итак, перед вами факт, что слюна служит прежде всего как вода, а потому количество ее резко увеличивается при попадании в рот сухой пищи и отвергаемых веществ, от которых надо отмыть рот, причем в качестве воды преимущественно используется околоушная слюна.

У вас может возникнуть вопрос: почему на кислоту из слизистых желез вытекло слюны даже больше, чем из околоушной? — 2.3 и 2.2 куб. см.

Это исключительный случай. Здесь организму предстояла опасность пострадать от кислоты, и для спасения от опасности требовалась максимальная работа, напряженная деятельность всех желез. Так сказать, «давай все, что можешь».

Теперь обратимся к другой таблице, о составе слюны. Более обстоятельно мы исследовали состав слюны слизистых желез; с составом слюны околоушной мы только бегло ознакомились. У нас имеется ряд цифр, которые относятся и к пищевым веществам и к веществам отвергаемым. Из пищевых веществ мы взяли четыре: мясной порошок, мясо, сухари и молоко; из непищевых три: кислоту, перец и песок. Вы видели, что все эти

Название предметов	Время прохождения слюны через воронку, в сек.
Мясной порошок	180
Кислота	27
Сухари	180
Перец	25
Мясо	180
Песок	73
Молоко	180
Вода	10

вещества отчетливо делятся на две группы: на вещества, которые вызывали слюну, быстро текущую через капиллярную трубочку, это — кислота, перец и песок, и на вещества, вызывавшие слюну густую, протекавшую через трубочку медленно; к ним относятся мясной порошок, мясо, сухари и молоко. Следовательно, получается совершенно различная и химически, т. е. качественно, слюна, смотря по тому, с чем имеет дело рот — с пищевыми ли веществами или с веществами, которые должны быть выброшены изо рта. Густота слюны зависит от нахождения в ней слизистого вещества — муцина. И смысл дела ясен. Когда вещества должны быть проведены в желудок, они должны получить предварительно скользкость, подвижность, должны быть смочены. Поэтому льется слизь, слюна получается густая. Непищевые вещества — кислота, перец — не должны итти в желудок, их нужно выбросить, и полость рта должна быть от них отмыта. Вот почему и течет много слюны и из околоушной железы и из слизистых желез, причем из слизистых желез течет слюна другого состава, чем

на пищевые вещества, — без муцина, жидкая, водянистая. Это есть исключительный, крайний случай, когда надо экстренно прополоскать рот и когда подчелюстная железа уподобляется околоушной и дает воду.

Мы взяли только 11 веществ. Но вы можете поставить опыты с самыми разнообразными веществами и получите всегда одно и то же отношение. Все, что должно быть проведено в желудок, вызывает смазочную слюну, слюну, богатую слизью. Все, что должно быть выброшено, удалено изо рта, вызывает слюну подвижную, водянистую, отмывающую.

Нам остается объяснить еще один чрезвычайный факт, который вы видели, — это различие состава околоушной слюны. Надо сказать, что в объяснении этого факта остается еще много туманного и непонятного, как это есть и во всей остальной физиологии и во всем человеческом знании. Вы видели, что околоушная слюна бывает то чистая, то мутная. Можно сделать предположение, но ручаться за него нельзя, что эта муть есть хлопья белка, которые выпадают из околоушной слюны. Если произвести химический анализ, то окажется, что количество белка больше в тех порциях слюны, которая вытекла при вливании кислоты, и меньше в той, которая текла при всыпании в рот песка. Таков факт. И если поставить опыты, то окажется, что все вещества с резкими свойствами вызывают слюну с большим содержанием белков, а индифферентные — с малым количеством белков. Теперь, какой смысл этого? Когда в рот попадает что-нибудь острое, то оно, пройдя в желудок, может повредить стенки пищеварительного канала. Легко убедиться в том, что слизистая оболочка желудка довольно сильно страдает от кислоты. Значит, если в полость рта попадает какая-нибудь кислота, особенно крепкая, то это угрожает здоровью тканей. Такое вредное вещество надо выбросить и затем то, что остается на стенках рта, нейтрализовать, притупить. И вот в этом отношении, быть может, и играет важную роль слюна с большим содержанием белков, потому что белки легко вступают в соединение и с кислотами и с щелочами. Значит, можно себе представить эту мутную околоушную слюну как противоядие тем веществам, которые могли бы повредить слизистые оболочки пищеварительного канала. Конечно, ручаться за такое толкование я не могу, но тем не менее оно очень вероятно. Факты же различной работы околоушной железы в случае острых и пищевых веществ несомненны.

Итак, мы очень тщательно познакомились с действительной работой слюнных желез. Вы видите, что это — маленький

орган, но в то же время — как он сложно работает, как варьирует в своей работе, сколько имеет функций! Это вам образчик и предуказание того, до какой степени должны быть сложны функции других органов, которые важнее для организма, чем слюнные железы. А нужно вам сказать, что наши знания о слюнной железе не есть еще полное обладание предметом. Нет сомнения, что старательный, вдумчивый человек, взяв эту тему, откроет еще очень много важных и интересных деталей. Конечно, и теперешние работы о слюнной железе — очень хорошие работы, но это еще не все. Да у нас по всей физиологии нет ни одного отдела, к которому нельзя было бы еще многого прибавить.

Теперь вы вполне поймете, что́ составляет содержание физиологии. То, что мы проделали относительно слюнных желез, физиолог должен сделать и относительно всех других органов. Он должен определить, как работает каждый орган в общем ходе машины организма и как эта работа варьирует, разнообразится при всевозможных условиях. Вот содержание физиологии. Она занимается изучением значения и работы каждого отдельного органа при различных условиях.

На очереди у нас теперь стоит такой вопрос: как происходит эта разнообразная работа слюнных желез! Ведь все вещества попадают в полость рта, а железы лежат в глубине ткани. Каким же образом слюнная железа получает известие о том, что́ попало в рот? Как устанавливается такое соотношение? Вот естественный вопрос. К решению его мы и приступим в следующий раз.



Лекция шестая

РОЛЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В РАБОТЕ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ. — АНАЛИЗ РЕФЛЕКТОРНОГО ПУТИ

Вчера мы поставили вопрос, как осуществляют слюнные железы свою чрезвычайно разнообразную работу и притом в полном соответствии с тем, что поступает в полость рта, отвечая потребностям данной минуты. У вас, вероятно, уже подсказывается ответ. Ведь все мы учимся и помимо университетов и академий, из книг и затем вообще из накопленного знания человеческого обихода. И я думаю, что вы уже знаете, что устройство таких соотношений устанавливается при посредстве нервной ткани. Это ее специальная функция — устраивать связи, устанавливать соотношения между органами.

Таким образом мы по порядку подошли к нервной системе, которая имеет отношение к слюнным железам. Относительно нервной системы вы из анатомии и гистологии знаете, что она состоит из двух главных частей: с одной стороны, из периферической нервной системы в виде огромного количества белых шнурочков, которые опутывают все уголки тела, а с другой — из крупных скоплений нервной ткани, из так называемых мозгов — головного, спинного. Эта последняя часть называется центральной нервной системой.

Вы знаете, что обе части нервной системы характеризуются различным микроскопическим устройством. Периферическая система состоит преимущественно из волокон, а центральная — из нервных клеток (конечно, в ней есть и волокна). Центральная часть — мозг — состоит из серого и белого вещества, и вот серое вещество и представляет собой нервные клетки. Такова в общих чертах нервная система, которая устанавливает связи и соотношения как между органами самого организма, так и между организмом и внешним миром. С этой

стороны нервная система есть аналог наших путей сообщения, телефонных проводов. С другой же стороны, ввиду того, что она представляет собой систему, которая все в организме связывает, все объединяет, — она есть аналог центральной власти. Вот, в общих словах деятельность нервной системы. В данном случае, на слюнных железах, на маленьком органе мы имеем возможность изучить основной ход дела.

Должен вам сказать, что подробно об этом вы узнаете на лекциях моих приват-доцентов. Вам будет читаться специальный курс — особый отдел общей нервной физиологии, где будут изложены все детали. Я касаюсь этого только поверхностно, для того чтобы вы могли понять то, о чем я буду говорить дальше.

Итак, многообразное соотношение между деятельностью железы и между тем, что́ попадает в рот, устанавливается при помощи нервной ткани, свойства и работу которой мы и должны изучить. Понятно, прежде всего здесь надо знать анатомические соотношения. Я вам их и напомню.

На этом рисунке (рис. 2) дана схема иннервации слюнной железы. Какие здесь существуют нервы? От кончика языка идет нерв, который называется n. lingualis, он входит в центральную нервную систему. В то же время с центральной нервной системой связана и слюнная железа. От нее идет нерв под названием chorda tympani, т. е. барабанная струна. Назван он так потому, что заходит в барабанную полость среднего уха. Затем железа соединена с центральной нервной системой еще одним нервом, который называется n. sympathicus, симпатический нерв. Вот вам нервы. Таким образом центральная нервная система связана как с полостью рта, так и со слюнной железой. И следовательно, между языком и слюнной железой имеется прямая связь, непрерывный нервный путь.

Теперь анатомический ответ у нас есть. Я взял подчелюстную железу. Конечно, и у других желез есть свои связи.

Дальнейшая задача заключается в том, чтобы на опыте убедиться, что эти анатомические данные годятся для ответа, т. е. надо доказать, что соотношение между полостью рта и железой достигается действительно при помощи этих нервов.

Перед вами образчик той методики, которая характеризует физиологическое исследование. Это так называемая вивисекция. Состоит она в том, что мы ножом прикасаемся к телу животного и производим такую операцию, которая дает нам возможность исследовать известные отношения, поставить определенный опыт. Понятное дело, если вы хотите изучать явления жизни, то это вы должны делать на живом организме.

А так как те органы, которые мы желаем исследовать, скрыты под кожей, внутри, то мы их должны раскрыть. Все это и приводит к той процедуре, которая называется вивисекцией, живосечением. Естественно, при этой вивисекции возникает вопрос: как сделать ее удобнее и для животного и для нас? Так как животному при вивисекционных опытах больно, а человеку не естественно смотреть на боль, то животному обыкновенно дают такие вещества, которые отнимают возможность чувствовать боль, т. е. применяется наркоз, как и в случаях операций на человеке. В организм животного вводится тот или иной яд — наркотическое вещество, чтобы животное во время опытов не мучилось. Само собою разумеется, что бывают случаи, как и в хирургической практике, когда приходится обходиться без наркоза. Операции без наркоза у людей, понятно, делаются с их согласия, ну, а здесь мы это делаем, когда нужно, сами. Вообще же гораздо удобнее работать с животным, которое наркотизировано. Если животное без наркоза, то оно кричит, стонет, бьется, производит движения, а это все мешает работе. Необходимо, чтобы животное осталось спокойным и не чувствовало боли. Это, как я сказал, достигается введением до операции в организм животного известных ядов. В данном случае собаке впрыснут яд кураре. Яд этот имеет специальное свойство делать животное неподвижным, лишает животное способности действовать своими мышцами. Так как у отравленного кураре животного все остальные функции сохраняются, то это очень выгодно для экспериментатора. Исследования показали к тому же, что при увеличенных дозах кураре у животного отмечается притупление боли и даже полная нечувствительность.

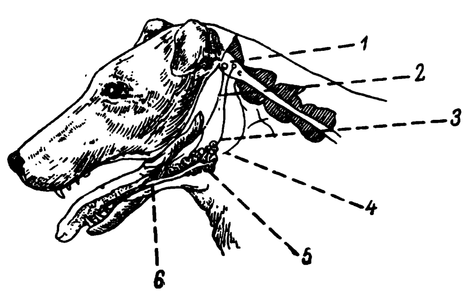


Рис 2. Схема иннервации слюнной железы.

1 — medulla oblongata; *2* — n. lingualis; *3* — chorda tympani; *4* — n. sympathicus; *5* — glandula submaxillaris; *6* — ductus whartonianus.

В настоящем опыте нам пришлось воспользоваться именно кураре. Прибегать к хлороформированию и другим ядам — морфию, атропину и т. д. — неудобно, так как они прекращают функции тех нервов, которые мы будем показывать.

Раствор кураре вводится прямо в кровь, свое действие он развивает через несколько секунд или минут. Кураре действует только на скелетную мускулатуру, гладкие мышцы и сердечную мышцу он не парализует. Приложив руку к артерии, я могу убедиться, что сердце бьется нормально.

Теперь, для чего тут этот мех? Вам сейчас это будет понятно. Так как животное, отравленное кураре, потеряло возможность двигать мускулами, то оно потеряло и способность дышать, потому что дыхание совершается за счет скелетной мускулатуры. И если ничего не предпринять, то животное в скором времени задохнется благодаря отсутствию необходимых газов в легких. Для того чтобы сохранить животное живым, мы и устраняем опасность удушения тем, что дыхательную механику перекладываем с животного на простой прибор, на мех, который приводится в движение электричеством и ритмически вдувает воздух в легкие. Мех этот соединен с трубкою, которая вставлена в дыхательное горло собаки. Следовательно, смысл дела для вас ясен: мех исполняет роль дыхательной мускулатуры и то вгоняет, то выгоняет воздух из грудного ящика. Эта процедура носит название искусственного дыхания.

Итак, на этой собаке мы желаем выяснить существование нервной связи между полостью рта и подчелюстной железой. Подготовка для опыта такая. На шее собаки делается разрез и отпрепаровывается вартонов проток — проток подчелюстной железы. Этот проток надрезается, в него вставляется стеклянная трубка и перевязывается, трубка выводится наружу и соединяется с каучуковой трубкой, а эта снова со стеклянной. Значит, теперь то, что приготовляет железа, потечет не в полость рта, а в нашу трубку.

Сейчас собака находится у нас в надлежащем состоянии и мы можем перейти к опытам. Прежде всего мы воспроизведем один из опытов, которые вы видели в предшествующие дни. Мы введем что-нибудь в полость рта и убедимся, что между нею и железой сохранились нормальные отношения. Мы достанем у собаки конец языка и подействуем на него кислотой. Сейчас слюна не течет. Я открываю рот, достаю язык и опускаю его в 0.5%-й раствор кислоты. Видите, упало четыре капли. Повторим опыт. В 20 секунд упало три капли. Значит, вы убеждаетесь, что выделение слюны в виде реакции на различные вещества, вводимые в рот, остается, несмотря на отравление. Естественно возникает вопрос: почему течет так мало слюны? Надо иметь в виду, что кураре все-таки отравляет нервную систему. Можно отравить собаку так сильно, что и ничего не будет.

Повторяю опыт еще раз. Слюна течет. Факт очевидный. Связь между полостью рта и железой осталась. Теперь будем решать наш вопрос: чем осуществляется эта связь? Мы сделали предположение, что связь эта устанавливается при помощи нервной системы, и в данном случае посредством нервов: lingualis, chorda tympani и sympathicus. Будем проверять свое предположение. Первый опыт, очевидно, надо сделать такой. Мы говорили, что полость рта связана с железой через центральную нервную систему и первый нервный путь идет от языка в центр через n. lingualis. Как же нам убедиться, что сообщение устанавливается действительно при помощи n. lingualis? Очень просто. Я перережу у этой собаки n. lingualis, и тогда кислота не должна уже вызывать слюну. Мы это и сделаем. Я достаю нерв, перевязываю его для некоторых целей и перерезаю. Я перерезаю нервы с обеих сторон.

Теперь я снова буду действовать на язык кислотой. Никакого действия нет. Я нарочно очень долго держу язык в кислоте, и все-таки ничего нет. Следовательно, после перерезки нервов связь языка с железой исчезла, значит, раздражение от языка до железы доходило действительно при помощи этих нервов. Это есть тот нервный путь, который связывает железу с полостью рта. Вот вам физиологическое доказательство этого.

Теперь пойдем дальше. Мы определили один пункт и будем определять весь путь, по которому идет раздражение. Вопрос: как же мы станем прослеживать этот путь, раз у нас связь языка с железой разорвана? Ну, у нас средство есть. Мы перерезали n. lingualis, и раздражение от кислоты теперь уже не может дойти до центральной нервной системы: путь порван. Но тогда мы сделаем вот что. Мы станем раздражать конец n. lingualis, идущий в центральную нервную систему. Вместо того чтобы делать раздражение кислотой, мы раздражим конец нерва искусственно, при помощи электричества. Возможно ли это? Возможно, потому что нерв приводится в возбужденное состояние не только на своих натуральных концах, в данном случае из полости рта, но этот молекулярный процесс возбуждения может быть произведен в нерве и искусственно при действии на нерв по его ходу, при раздражении нервного ствола. Таким раздражителем нервов является электричество. Так что сто́ит нам пустить электричество в конец перерезанного нерва, и выйдет то же, получится тот же результат, который вызывала раньше кислота, действуя на концы нерва из полости рта.

Так вот, для того чтобы проследить весь нервный путь, у нас есть возможность проделать опыты, раздражая искусственно n. lingualis. Я это и сделаю. Я при помощи электричества буду раздражать конец перерезанного нерва, и вы увидите, что произойдет то же, что было и при целом нерве, когда я погружал язык в кислоту, т. е. потечет слюна.

Раздражаю тот конец n. lingualis, который остался связанным с центральной нервной системой. Видите, капает слюна. За 10 секунд мы получили четыре капли слюны. Повторяю раздражение. Снова течет слюна. Ну, значит, ясно. Мы теперь совершенно убедились (и перерезкой нерва и раздражением его), что n. lingualis есть один из пунктов нервной дороги, по которой раздражение идет от языка к железе.

Будем выслеживать этот путь дальше. Для нас важно теперь определить, правильно ли, что из центральной нервной системы раздражение передается к железе по нервам: sympathicus и chorda tympani. Мы поступим так же, как и в отношении n. lingualis. Мы перережем n. sympathicus и n. chorda tympani и если тогда при раздражении n. lingualis уже не получим слюны, то, значит, это действительно есть путь нервного возбуждения.

Может возникнуть вопрос: появится ли слюна, если кислотой подействовать на конец нерва в том месте, где он перерезан? Нет, слюны не будет. Кислота как химический раздражитель может отчасти раздражать нерв по его ходу, но слюны не вызовет. Кислота действует только из полости рта. Надо сказать, что этот нервный молекулярный процесс, начинаясь от раздражения естественного окончания нерва, требует для своего распространения непрерывности нервной ткани. И если нерв перерезан, то молекулярный процесс пресекается. При соединении двух концов перерезанного нерва при контакте их ничего не получится. Молекулярный процесс все равно не пойдет дальше, раз нарушена живая связь в нерве. Здесь, значит, отличие от электрического тока.

Прежде чем перерезать нервы, я попробую действовать на нерв (lingualis) кислотой. Этот факт мы утилизируем в другой раз, а теперь я забегу вперед, отвечая отчасти и на поставленный мною вопрос. Опускаем конец нерва в кислоту. Ну, видите, нерв лежит в кислоте, и никакого действия нет. Электричество отлично действовало, а кислота — нет.

Теперь я нерв перерезал. Если наше предположение верно, то при раздражении n. lingualis мы слюны уже не получим, так как вторая половина нервного пути у нас порвана.

Вот я раздражаю n. lingualis. Ни малейшего действия нет. Ясно, что раздражение с конца n. lingualis доходило до железы

по этим нервам. Могут быть сомнения, что я кислотой испортил нерв. Ну, я возьму нерв выше конца. Раздражаю. Действия нет.

То, что в передаче раздражения участвуют оба нерва — и sympathicus и chorda, я докажу другой формой опыта. Мы будем раздражать периферические концы n. sympathicus и n. chorda tympani. Если оба нерва будут действовать, то это значит, что по ним именно и шло раздражение, что я раздражаю те концы нервов, которые находятся в связи с железой. Если наше предположение верно, то мы должны при раздражении получить слюну.

Я прикладываю электроды к периферическому концу chorda tympani. Великолепно действует. Четыре капли слюны в короткое время. Значит, это и есть тот путь, по которому шло раздражение из полости рта.

Теперь буду раздражать конец n. sympathicus. Видите, действует и этот нерв. Следовательно, несомненно, что раздражение из полости рта передается к железе именно по этим нервам. Мы в этом фактически убедились. Между железой и полостью рта существует нервная связь. Есть ли, кроме n. lingualis, другие нервы, которые связывают полость рта с железой? Да, есть. Я выбрал этот нерв, считая его более удобным. Поэтому-то я и привязался только к небольшому участку полости рта, к кончику языка. Другие участки языка имеют свои нервы. Зато нервов, соединяющих центральную нервную систему с железой, кроме n. sympathicus и хорды, нет. Все раздражения из полости рта передаются через n. sympathicus и n. chorda tympani.

После того как вы видели факты, я могу остановить ваше внимание на теории.

Вы видели, что нервный элемент может быть или в покое, тогда вы никакой деятельности не видите, или же, когда вы на него действуете внешним агентом, он переходит в особое, возбужденное, состояние, которое выражается в работе того органа, с которым нерв связан. Следовательно, это молекулярное состояние возбуждения способно переходить в видимую работу, в данном случае в работу слюнной железы. Так вот, этот переход из спокойного в деятельное состояние называется раздражением. Ну, натурально, n. lingualis раздражается всем тем, что входит в полость рта, значит, раздражение идет к нему из полости рта. Это один факт. Я, как видите, ничего нового не прибавляю, я только даю словесные обозначения фактам, с которыми вы уже познакомились. Теперь дальше.

Это молекулярное деятельное состояние, которое получается в нерве под влиянием известных агентов, бежит по нерву с того места, где оно началось, как электрический ток по проволоке. Это понятно. Ведь у вас раздражается, например кислотой, конец n. lingualis из полости рта, а раздражение доходит до железы. Мы и говорим, что нерв обладает как возбудимостью, так и проводимостью. Это уже наши физиологические термины.

Вы познакомились теперь с двумя основными вещами. Во-первых, что нерв при действии на него различных агентов переходит из спокойного в деятельное состояние и, во-вторых, что это деятельное состояние из одного пункта распространяется по всему нерву. Значит нерв возбудим и проводим.

Теперь дальше. Есть еще слова, которые я буду постоянно употреблять и от которых мне было бы трудно воздерживаться. Для того чтобы в фактах все было ясно и понятно, обыкновенно условливаются об определенных названиях. Вот какие у нас существуют названия. Когда мы перерезали нерв, то тот конец его, который связан с органом, например с полостью рта, как в нашем опыте, мы называем периферическим концом, а тот конец, который остался в связи с центральной нервной системой, носит название центрального конца. Я потом буду часто употреблять эти слова, и вы должны их помнить.

До сих пор я говорил о всем пути, по которому раздражение из полости рта идет к железе, целиком, не разделяя этого пути на отдельные этапы. Но этот нервный путь не однороден, а различен и с анатомической и с физиологической стороны. Прежде всего нужно отличать в этом пути естественный конец нерва. Этот конец нерва и устроен особо, как это показывает микроскоп. С этим вы познакомитесь на лекциях гистологии. Но в одном из наших опытов вы имеете и физиологическое доказательство того, что этот периферический конец нерва имеет особое устройство. Кислота прекрасно раздражала периферический конец n. lingualis, а та же кислота на нервный ствол не действовала. Ясно, что естественный конец нерва обладает особыми свойствами по сравнению с остальным нервным путем. Периферический конец более раздражим и отвечает на очень разнообразные раздражения. Следовательно, мы его должны выделить из остального пути.

Затем идет однообразный путь — нерв, ведущий от периферических окончаний к центральной нервной системе. Это будет второй пункт. Под микроскопом его строение одинаково на всем протяжении, и физиологически он всюду одинаков. Где бы вы его ни раздражали, ближе ли, дальше ли —

результат один. Это одинаково относится как к тому нерву, который идет от периферии к центру, так и к тому, который связывает центральную нервную систему с рабочим органом, например со слюнной железой. Это, значит, второй отдел нервного пути. Этот нерв на всем его протяжении, однако, носит различные названия. Та часть нерва, которая идет от периферического конца к центру, называется центростремительным, или приносящим нервом. Он, этот нерв, приносит раздражение в центр, стремится к центру. Называется он еще n. afferens, т. е. приносящий нерв.

Следующим отделом нервного пути будет центральная нервная система. Микроскоп показывает, что по своему устройству это действительно совершенно особая часть. Тогда как нерв состоит из волокон, центральная нервная система состоит из нервных клеток. Мы вам эту разницу докажем и физиологически. Это будет третий отдел. Я его выделяю пока на основании морфологических данных.

Затем четвертый отдел, это — нерв, соединяющий центральную нервную систему с органом. Нерв этот называется центробежным, или относящим нервом, по-латински — n. efferens.

Можно выделить еще пятую часть, именно, окончания центробежного нерва в органе, но она меня пока не интересует, потому что относительно ее у меня нет никаких опытов. Опыты я вам покажу после на других органах, тогда и буду говорить об этом отделе. Этот конец устроен тоже особым образом и носит название периферического окончания. Значит, нервный путь и начинается и оканчивается периферическими окончаниями.

Итак, весь нервный путь мы разделили на пять частей, опираясь как на анатомические, так и на физиологические данные: 1) периферические окончания, 2) центростремительный, приносящий нерв, 3) центральная часть, или центр, 4) относящий, центробежный нерв и 5) окончания в рабочем органе. Что касается физиологического различия между центробежным и центростремительным нервами, то различие здесь только в направлении хода раздражения. По центростремительному нерву, например по n. lingualis, раздражение идет по направлению к мозгу, а по центробежному, например по chorda tympani и n. sympathicus, — от центральной системы к железам.

Должен вам заметить относительно этих названий — «центробежный», «центростремительный» нерв. По смыслу слов — они равнозначны, а между тем применяются для обозначения различных нервов. Поэтому вы твердо запомните, просто заучите, что́ обозначает название «центробежный» и что́ —

«центростремительный». Иначе вы всегда будете путать одно с другим.

Первый отдел нервного пути — начальные периферические окончания — я обособил от других отделов и доказал вам на фактах, что эти окончания раздражаются иначе, чем нервные стволы. Про центростремительный и центробежный нервы я вам сказал, что физиологически они отличаются только направлением хода раздражения. Мне надо теперь обособить физиологически среднюю часть, центр. Для этого мы сделаем такой опыт. Мы сейчас будем удушать животное. Это скажется на слюнной железе, а мы этот факт используем для ответа на наш вопрос. Из обыденного запаса сведений вы знаете, что дыхание имеет целью вентилировать легочное пространство, причем во время вентиляции легкие забирают из воздуха кислород и выбрасывают углекислоту. Так вот, когда мы начнем удушать животное, остановив искусственное дыхание, то мы резко нарушим химизм тела животного. В организме будет недостаток кислорода и одновременно большое накопление углекислоты, которая перестанет выделяться при выдохе. Посмотрим, что из этого выйдет.

Напомню вам, что у собаки n. sympathicus и n. chorda tympani с правой стороны перерезаны и оставлены только с левой стороны. Сейчас слюнные железы в покое. Прекращаем дыхание. Из левой железы начинают падать капли слюны, пять капель, а правая железа не работает. Объяснением этого факта мы займемся в следующий раз.



Лекция седьмая

ХИМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЦЕНТРЫ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ. — ЗАВИСИМОСТЬ РАБОТЫ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ ОТ ХАРАКТЕРА И СИЛЫ РАЗДРАЖЕНИЯ

Займемся разрешением вопроса, как понимать тот опыт, который был сделан в конце прошлой лекции. Было произведено удушение собаки, т. е. в ее организме были искусственно изменены химические процессы, связанные с дыханием. В теле собаки, следовательно, образовались особые химические вещества — угольная кислота, а может быть и другие, и эти вещества повели к отделению слюны. Но при этом слюна выделялась только из той железы, у которой были сохранены нервы; та же железа, у которой нервы были перерезаны, никакого слюноотделения не дала. Как это понимать? Не подлежит, конечно, сомнению, что вещества, накопившиеся в организме собаки в связи с прекращением дыхания, явились раздражителями одной из слюнных желез. Но встает вопрос, что же эта угольная кислота раздражала? Если бы эти вещества действовали прямо на слюнные клетки, то должны были бы работать обе железы, так как кровь омывает все. Следовательно, эти накопившиеся вещества самые слюнные железы непосредственно не раздражали. Дальше. Если бы эти вещества раздражали химически нервы на их протяжении, т. е. нервные стволы, то опять должны были бы работать обе железы, как левая, так и правая, так как мы нервы не удаляли и концы их остались после перерезки. Мы эти концы раздражали электричеством и получали слюну. Ясно, что химического раздражения нервов быть не могло. Остается только одно — центральная нервная система. И очевидно, что эти химические вещества, именно угольная кислота, раздражали центр. Из этого следует, что нервный центр отличается от нервного

волокна. Нервное волокно, нервный ствол угольной кислотой не раздражается, а центр раздражается. Таким образом мы и приходим к выводу, что нервный центр надо отделить от остальных частей нервного пути.

Но подумайте, достаточно ли это объяснение? Мое заключение до сих пор не точно. Мне могут сделать возражение: ясно, что не раздражаются ни слюнные клетки, ни центробежные нервы, но, быть может, раздражаются центростремительные нервы? Однако я должен вам еще раз сказать, что центростремительные и центробежные нервы совершенно одинаковы и их пока нельзя различить ни морфологически, ни физиологически. Все свойства раздражимости, проводимости и т. д., присущие центробежным нервам, присущи и центростремительным. Следовательно, это возражение отпадает. Но, как вы помните, кислота раздражала периферические окончания нервов в языке, а нервный ствол кислотой не раздражался. Значит, можно сделать еще одно возражение, не раздражала ли угольная кислота периферических окончаний? Устранено ли это возражение в нашем опыте? У нас были перерезаны nn. linguales с обеих сторон. Но ведь, кроме этих нервов, есть и другие центростремительные нервы, например n. glossopharyngeus и т. д. А так как угольная кислота всюду проникла, то она должна была подойти и к периферическим окончаниям нервов. Из этого понятно, что мое заключение не абсолютно точное. Для того чтобы с полной точностью сказать, что в данном случае раздражался именно центр, надо поставить еще добавочные опыты, надо перерезать все центростремительные нервы, но это слишком сложно. Однако я вам скажу, что на других органах были сделаны такие опыты, были перерезаны все нервы, и тогда уже точно было установлено, что при накоплении угольной кислоты она раздражает только центр. Следовательно, и по этому вопросу имеются вполне точные заключения. Во всяком случае я вам этим опытом вполне ясно показал, что центр отличается от других отделов нервного пути, например нервных стволов.

Мне задали вопрос: потечет ли слюна, если угольную кислоту впрыснуть в кровь? Она должна течь, если при этом раздражается центр. Да, логически такой вывод будет верен, а на самом деле слюна не потечет. Думайте, думайте! Если вы не привыкнете думать и не сделаете живой организм и весь ход жизни предметом настойчивого и страстного думания, то от всей вашей дальнейшей деятельности останется только ремесло и оно вас разочарует и приведет к отчаянию.

Итак, после всех этих опытов мы познакомились со всем тем путем, со всей дорогой, по которой действие из полости рта доходит до слюнной железы. Мы знаем, что различные вещества раздражают периферические концы нервов в полости рта, т. е. возбуждают особое молекулярное состояние, которое движется по центростремительным нервам, затем идет в центр, там перебрасывается на нервы центробежные и, наконец, дойдя до слюнных желез, переходит в деятельность, в работу этих желез. Это первое положение. Второе положение это то, что у нас имеются основания разбить этот нервный путь на несколько отделов в силу различных свойств этих отделов, именно — на периферические окончания центростремительного нерва, на центростремительный нерв, на центр, на центробежный нерв и на периферические окончания центробежного нерва. Это положение также должно быть для вас ясно.

Теперь я должен познакомить вас со словами, которые приняты в физиологии. Когда вы знаете факты, то слова запомнить легко. Так вот, весь нервный путь носит название рефлекторного пути, т. е. в русском переводе — отраженного пути. Но русское название не употребляется, и обыкновенно говорят — рефлекторный путь, рефлекторная дуга. Прохождение раздражения по всему этому пути называется рефлексом, или рефлекторным раздражением, или еще внешним раздражением. Это все одно и то же. При этом, — раздражаете ли вы центростремительный нерв на его естественном конце или раздражаете центростремительный нерв в каком-нибудь другом пункте, — все это одинаково называется внешним, или рефлекторным раздражением. Раз только раздражение должно пойти через центр, то оно все равно называется рефлекторным, или внешним раздражением. Следовательно, характерным для этого раздражения считается то, что оно должно подойти к центру. Но, как вы видели, иногда раздражение возникает прямо в центре и проходит только половину нервного пути. Такое раздражение, которое не идет по центростремительному нерву, носит название автоматического, или внутреннего раздражения. Примером такого раздражения служит раздражение угольной кислотой центральной нервной системы.

Вернемся еще раз к фактам. Вы видели, что если на целом животном вызывается при посредстве нервов известное физиологическое явление, то раздражитель прикладывается только в двух местах — или на естественном периферическом конце центростремительного нерва, тогда это рефлекторное раздражение, или же раздражитель прикладывается к центру, с середины нервного пути, и тогда это автоматическое раздражение.

Значит, вот какое важное положение вы знаете, — раздражение в целом организме действует всегда только в двух пунктах нервного пути: или на естественных концах центростремительного нерва, или в центре. Те же случаи, когда мы раздражали электричеством стволы n. lingualis и n. sympathicus, искусственны и нормально никогда не имеют места. Конечно, в ненормальных случаях раздражение и на целом организме может производиться в других местах нервного пути, например на нервном стволе. Положим, образовалась опухоль и давит на нерв или разрушает его. Но это раздражение вполне похоже на наши искусственные раздражения и не может считаться нормальным.

Вопрос: Работают ли при удушении остальные железы и какой смысл имеет слюноотделение при удушении?

И. П. Павлов: На это имеется очень интересный и важный ответ. До сих пор мы знали слюнную железу как имеющую отношение к тому, что входит в полость рта. И понятно, что опыт с удушением должен был вас поразить. Дело в том, что организм животного и человека — машина высочайшего, невообразимого совершенства, которую физиолог при теперешнем состоянии знания не может еще вполне охватить. Один из принципов построения этой машины, который постоянно дает о себе знать и который вы должны крепко помнить, тот, что у каждой части этой машины имеется масса назначений; кроме основного, имеются резервные задачи. Это для того, чтобы одна часть, если она попортилась, могла быть заменена до некоторой степени другими. Это основной принцип. Тот опыт, который вы вчера видели, и обнаруживает одно из таких свойств организма. Ясно, что при удушении собаки слюна текла не для тех целей, для каких она обычно течет при введении пищи. Отчего же она текла? Конечно, физиолог еще не может сказать точно, отчего это происходит. Но во всяком случае уже и сейчас можно сделать очень сообразные и серьезные предположения. Можно подумать так. Удушение приводит к образованию в организме множества разных веществ, от которых организм должен освободиться. Главным образом, как я вам говорил, удушение вызывает недостаток кислорода и накопление углекислоты. Недостаток кислорода еще можно некоторое время потерпеть, а вот от угольной кислоты надо немедленно отделаться, так как она отравляет организм. И поэтому организм прибегает ко всем органам, через которые можно выбросить угольную кислоту. В данном случае может пойти на помощь и слюна: с водой слюны может быть выведена часть углекислоты. Затем животное при удушении начинает

усиленно потеть, а с потом выделяется много угольной кислоты. Вот как можно понимать эту слюну при удушении. Правда, как это ни важно, но эта сторона еще не исследована точно. Итак, проникнитесь этим: у организма всегда много выходов; когда происходит какое-нибудь затруднение, то много органов берет на себя необычные задачи.

Теперь дальнейший вопрос: как объяснить то, что деятельность слюнных желез разнообразится, варьирует, смотря по тому, что попадает в рот? Как объяснить, что слюна течет в разном количестве и разного качества? На этот вопрос окончательного и вполне удовлетворяющего ответа еще нет. Но я вам укажу на отдельные факты, которые подсказывают общий ответ на этот вопрос. Такой общий ответ уже можно сделать, хотя детали остаются пока еще невыясненными. Очевидно для того, чтобы объяснить факт истечения разной слюны, мы должны предположить, что нервная система состоит из различных элементов. У вас есть житейское наблюдение: вы великолепно разбираете, чувствуете то, что попадает вам в рот. Это может быть объяснено только при предположении, что у вас во рту имеется масса нервов с различными периферическими окончаниями, которые и сигнализируют каждое из веществ, попадающих в рот. Один конец нерва раздражается соленым, другой горьким, третий сладким, четвертый механическими раздражениями и т. д. Таковы факты, на основании которых можно получить ответ на вопрос, каким образом разнообразится работа слюнных желез в зависимости от того, чтó находится во рту. Хотя, как я сказал, ответа настоящего нет, но мы должны предположить, что существуют во рту различные нервные волокна и различные периферические окончания. Основанием для этого прежде всего служит субъективный опыт. Все знают, чтó у них находится во рту. Какое же для этого есть основание в анатомии? Основанием является то, что, например, у n. lingualis существует несколько волокон, из которых каждое имеет специальное окончание. Микроскоп дает еще больше оснований. Вы знаете, что существуют очень разнообразные окончания нервов. Можно с большой вероятностью предположить, что каждое окончание раздражается специфическим раздражителем: одно соленым, другое горьким. Есть, кроме того, и физиологические основания. Как вы знаете, случается, что человек теряет вкус к какому-нибудь одному веществу, например к сладкому, в то время как вкус к другим веществам остается. Это можно также сделать и искусственно. Можно отравить концы нервов, раздражающихся сладким, и вы не будете чувствовать, что сахар сладок.

Таким образом мы получили ответ относительно действия центростремительных нервов. Но осталась еще другая половина нервной системы — центробежная. Для того чтобы объяснить, почему подчелюстная железа один раз дает слизистую слюну, а другой раз жидкую, нужно предположить, что существуют и различные центробежные нервы, которые заставляют железу один раз готовить жидкую слюну, другой раз густую. Этот вопрос сейчас исследуется, а пока я передам вам, что уже установлено. Физиолог Гейденгайн показал, что между n. chorda tympani и n. sympathicus есть разница в действии. При раздражении n. chorda tympani выделяется жидкая слюна, по преимуществу вода, а также неорганические соли. Нервы такого типа Гейденгайн назвал секреторными нервами. При раздражении n. sympathicus вырабатывается много органических веществ. Нервы подобного типа он назвал трофическими нервами. Этот опыт Гейденгайна я сейчас не буду делать, я покажу его вам на следующей неделе. Опыт заключается в следующем. Если я буду раздражать n. chorda tympani, то я получу прозрачную, жидкую слюну. А если стану раздражать n. sympathicus, то получу мутную слюну, причем слюны будет мало. Значит, по Гейденгайну; в chorda tympani много секреторных волокон, которые заведуют выработкой жидкостей слюны, а в n. sympathicus много трофических волокон, которые обусловливают продукцию органических веществ — муцина, белка, слюнного фермента. Таким образом и среди центробежных нервов есть различные нервы, одни имеют отношение к жидкой части слюны, другие к органическим веществам.

Вот теперь уже имеется общий ответ на наш вопрос. С одной стороны, каждое вещество, входящее в рот, сигнализируется в центральную нервную систему по особым центростремительным нервным волокнам, а затем из центральной нервной системы по различным центробежным нервным волокнам даются рабочие импульсы слюнным железам. Теперь все в общей форме объяснено и вы можете быть удовлетворены. Остались невыясненными только детали.

Колебания в количестве слюны объяснить просто. Они зависят от силы раздражения. Если, например, сухость пищи раздражает нервы, то, следовательно, чем суше будет пища, тем раздражение будет сильнее, а тогда и слюны потечет больше. То же самое вы видите и при искусственном раздражении.

Имейте в виду, что все анатомические нервы, которые вы видите здесь, — смешанные нервы. В каждом стволе очень много различных сортов волокон. Так что по существу нерв анатомический ничего не говорит о составе волокон и их зна-

ции. В анатомии до сих пор осталось разделение нервов на двигательные и чувствительные. Это неверно. Все макроскопические нервы смешанные. В одном стволе могут быть и центростремительные и центробежные волокна. Поэтому я и не говорю вам, что в chorda tympani только секреторные волокна, в ней есть и трофические, но последних меньше. Точно так же и n. sympathicus состоит преимущественно, но не исключительно, из трофических волокон. Это положение относится не только к толстым стволам, но и ко всяким. Микроскопические же волоконца подходят к каждой клетке железы отдельно, быть может даже к отдельным частям клетки. Ведь клетка — целый организм, хотя и маленький, но состоящий из нескольких частей. Когда нервное волокно доходит до клеток, то оно разделяется.

Вопрос: Как же не перемешаются между собою нервные волокна, идущие в одном нервном стволе? Изолировано ли каждое волокно?

И. П. Павлов: Возьмем телефонные кабели. Там много проволок, однако они не перемешиваются между собой, так как каждая проволока изолирована одна от другой. Безусловно и нервные волокна также изолированы. Процесс возбуждения из одного волокна в другое не переходит, хотя они и идут в одном стволе.

У нас осталось еще очень много неизученных фактов, очень интересных и сложных. К ним мы теперь и перейдем. В тех рефлексах, с которыми мы познакомились, вы имеете перед собой постоянную связь между известными внешними агентами и слюнной железой, связь, которая устанавливается через полость рта. Связь эта постоянная. На скольких бы собаках вы ни делали опыты с раздражением известными веществами полости рта, вы всегда получите одно и то же. То, что мы получили у нормальной собаки, которая стояла на ногах, мы также получим и у собаки, отравленной кураре, у которой меха выполняли дыхательную функцию. Несмотря на все это, и у этой собаки связь оставалась. Как только этой изуродованной собаке попадала в рот кислота, она оказывала свой обычный эффект через рефлекторную дугу, и слюнные железы давали слюну. Это, конечно, чисто машинное устройство. Во всякой простой машине имеются постоянные связи. Разберем это сравнение с машиной ближе. Возьмем самую обыкновенную машину — велосипед. Вы знаете, что в велосипеде имеется такое приспособление, такая частность, которая называется передачей. Состоит она в том, что каждый круговой поворот вашей ноги заставляет велосипедное колесо сделать известное

число оборотов; чем больше оборотов колеса приходится на движение вашей ноги, тем передача больше, и наоборот. Следовательно, при большой передаче я с каждым движением ноги проеду большее пространство. И вы знаете, что передача требуется разная, в зависимости от того, по какому месту вы едете: если по ровному месту — то выгодно иметь большую передачу, если в гору — то маленькую, так как с большой передачей вам в короткое время надо сделать большой подъем, а это трудно. Значит, какую бы вы одну передачу ни взяли, она вас вполне не удовлетворит. И это — несовершенство машины, так как она имеет определенные, постоянные связи и не может быть приспособлена к различным условиям. Следовательно, машина будет совершеннее, если будет возможность менять ее связи, т. е. в данном случае, если велосипед будет с переменной передачей, то я смогу пользоваться той передачей, которая мне в данный момент выгоднее. На ровном месте я буду брать бóльшую передачу, а в гору — я перейду на меньшую. Видите, как выгодно, чтобы связи вещей были переменные. Имеются велосипеды, где передача переменная.

Так вот, вы этот механический пример держите в голове, он вам пригодится. А теперь я вас введу в новые факты.

Вот перед вами собака с фистулами обеих желез. Если мы к такой собаке приблизим чашку с мясным порошком, то у нее потечет слюна. Вот посмотрите.

Перед вами факт, что слюна течет из обеих желез не только тогда, когда пища попадает в рот, но и тогда, когда пища находится перед собакой и не соприкасается с полостью рта. Я вам покажу дальше, что не только пища, но и все то, что мы вводили собаке в рот при наших опытах, все это действует и на расстоянии. Больше того, я вам покажу, что все точные соотношения работы слюнных желез воспроизводятся и при этих опытах. Покажете мясной порошок, слюна потечет густая, покажете кислоту — слюна потечет жидкая, и т. д. Все это я покажу в следующий раз, а сейчас мы проведем опыт с мясом.

Я показываю собаке мясо. Совершенно то же отношение, как и при еде мяса: из подчелюстной железы слюна течет, а из околоушной пока нет. Однако нельзя сказать, что мясо собаку раздражает меньше, чем мясной порошок. Вы видите, что собака делает очень энергичные движения, а между тем отношение то же: на мясо слюны течет меньше, чем на порошок, особенно из околоушной железы. В следующий раз я покажу вам, что и состав слюны также различен.

Теперь будем рассуждать об этих новых фактах. Но в самом деле, так ли это уж ново? Если вы спокойно подумаете, то най-

дете огромное сходство, существенное, принципиальное, с тем, что мы имели раньше. Для того чтобы осуществились наши прежние опыты, необходимо было, чтобы вещество из внешнего мира подействовало на полость рта, на известную часть тела химически, термически, механически. Смотрите, а разве здесь что нибудь другое? Тут то же самое, только вещества из внешнего мира действуют на другие части тела, запахом — на нос, видом — на глаз. По сути дела здесь то же действие вещества на воспринимающие поверхности тела организма. И здесь вещества, раздражая концы известных нервов, дают о себе знать через нервный путь слюнным железам. Что это действительно так, — доказывается просто. Если я перерезаю n. chorda tympani и n. sympathicus, то вещества на расстоянии уже не дают эффекта, как и в случае раздражения из полости рта. Итак, в целом мы имеем здесь тот же рефлекс, только раздражение идет к центру по другим центростремительным нервам, центробежный же путь и здесь и там один и тот же.



Лекция восьмая

ПОНЯТИЕ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА КАК ВРЕМЕННОЙ СВЯЗИ. — ЗНАЧЕНИЕ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ. — УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ

В прошлый раз мы начали знакомиться с новым рядом фактов, относящихся к условиям деятельности слюнных желез. Вы видели, что достаточно пище появиться перед собакой на расстоянии, для того чтобы слюнные железы начали работать. Затем я вам показал, что эта работа варьирует и качественно и количественно в зависимости от того, чтó стоит перед собакой: если мясной порошок — то слюны много, если мясо — мало. Как я вам уже говорил, в вариации работы желез есть сходство решительно по всей линии между тем случаем, когда пища попадает собаке в рот, и тем, когда она только находится перед собакой. Мы сделаем сегодня еще несколько опытов.

Показав вам новые факты, я еще раз сказал вам, что если вникнуть в это дело, то окажется, что и эти новые явления есть тот же обыкновенный рефлекс. Как в первом случае раздражение воспринимающих нервов полости рта шло в центральную нервную систему и оттуда доходило до железы, так и здесь слюна течет только тогда, когда еда появляется перед собакой, т. е. когда налицо раздражение едой воспринимающих нервов. Разница только та, что в первом случае раздражение шло в центр по n. lingualis, а здесь оно идет по n. acusticus, n. opticus. Словом, мы имеем здесь тот же рефлекс, т. е. реакцию организма на внешние явления при посредстве нервной системы.

Но когда мы ближе познакомимся с этими новыми рефлексами, то увидим, что у них есть отличие от прежних рефлексов и отличие очень большое. Главнейшей чертой рефлексов из полости рта является их постоянство. Вы получите абсолютно точно одинаковые результаты при опытах со всякой собакой.

Мало того, вы видели, что даже изуродованная собака, отравленная кураре, при действии на язык кислоты давала слюну, и притом жидкую. Таким образом вы видите, что эти рефлексы очень устойчивые, их трудно не получить. Я еще прибавлю, что эти рефлексы существуют от природы, с ними животное родится.

А вот эти другие, новые рефлексы, они очень непостоянны, их гораздо труднее получить, чем не получить. Сплошь и рядом их может и не быть. Затем, этот рефлекс такой, который приобретается в течение индивидуальной жизни, с ним животное не родится. Вот этот последний существенный факт мы сейчас и покажем. Значит, эта связь известных агентов внешнего мира со слюнной железой — не постоянная связь, а временная. Это то же, что переменная передача у велосипеда, она может быть и так и этак. И вот это усовершенствование техники по отношению к велосипеду, эта машинность имеется и в данном случае. Организм обладает здесь высшими техническими, машинными качествами, имея временные, переменные, непостоянные связи с внешним миром.

Эта собака Шарик у нас уже была, мы с ней проводили некоторые опыты. Сейчас я сделаю с ней следующий опыт. Я держу в руке пробирку с кислотой и взбалтываю ее перед собакой. Видите, слюны нет. Ни запах кислоты, ни плеск на собаку не действуют. А вот сейчас подействуют. Я вызываю сейчас обыкновенный рефлекс, я эту кислоту вливаю собаке в рот. Я на ваших глазах несколько раз влил собаке в рот кислоту. Перед каждым вливанием я действовал на собаку видом пробирки, плеском и запахом кислоты. Теперь посмотрим, что выйдет дальше, когда остановится слюноотделение. Если я достаточно вливал собаке кислоту, то вы увидите вот что. Когда у нее слюна перестанет течь совершенно, тогда мое появление перед нею с пробиркой в руке, затем плеск и запах кислоты уже поведут к выделению слюны. Те же самые агенты, прежде, в начале опыта, не связанные со слюнной железой, теперь окажутся связанными и будут возбуждать отделение слюны. Вы увидите, что этот рефлекс образуется на ваших глазах в течение очень короткого времени. И вот эти рефлексы, ввиду того, что они страшно непостоянны, колеблются от разных условий, получили название условных рефлексов, а первые — постоянные, всегда готовые рефлексы — называются безусловными рефлексами.

Вот я трясу пробиркой перед собакой. Видите, уже появляются капли слюны. Рефлекс образовался на ваших глазах, образовалась временная связь между определенными явлениями внешнего мира и слюнной железой. И это выгодно для орга-

низма — это совершенство машины. Кислота еще только приближается к полости рта, а слюна уже начинает течь. Когда кислота вступит в рот, то полость рта уже будет покрыта слюной. Кислота, таким образом, не подействует так разрушающе на слизистую оболочку рта. Видите, какая выгода! Если бы у организма были только простые связи, то нужно было бы ждать, пока кислота попадет в рот, и только тогда начала бы течь слюна для нейтрализации кислоты. А здесь уже все готово, организм уже проделал предупредительную реакцию. Но вы понимаете, что такой раздражитель, как кислота, может явиться в другой обстановке, может сопровождаться другими картинами, запахами и звуками. И поэтому очень выгодно, что всегда может очень быстро образоваться новый условный рефлекс. В другой раз кислота явится не в пробирке, а, например, в красной чашке, и тогда красный цвет чашки начнет действовать на слюнные железы.

Вопрос: Какое значение имеют такие связи?

И. П. Павлов: Как какое? Вы обратитесь к собственной жизни. Когда ваша деятельность бывает лучше: тогда ли, когда на вас явление сваливается вдруг, или тогда, когда вас предупредили и вы имели возможность подготовиться? Положим, вам надо спешно поесть. Вы подходите к столу, а у вас уже слюна готова. Видите, как хорошо. А то жди, пока она начнет течь, если бы пища не действовала на расстоянии.

Вопрос: Ведь с первого раза у собаки вид кислоты не вызывал слюнотечения, и крепкая кислота обожгла бы ей рот. Условные рефлексы ей не помогли?

И. П. Павлов: Вы требуете от собаки сверхъестественного, — хотите, чтобы собака все предвидела. Мир состоит из бесконечных сложностей, и все сначала предвидеть невозможно. Довольно и того, что собака раз что-нибудь испытает, в другой раз этого уже не сделает. Ведь и вы сами перестали класть пальцы на огонь только после того, как обожглись. Зато теперь вы такой глупости не сделаете. Довольно и этого.

Значит, дело представляется в следующем виде. Когда вещества входят в полость рта и раздражают периферические окончания нервов, то получается рефлекс постоянный, трудно сокрушимый. Это раз навсегда установленная связь. Кроме таких рефлексов, есть рефлексы другого сорта, очень деликатные, постоянно колеблющиеся, непостоянные, временные, они то появляются, то исчезают, то усиливаются, то слабеют. Теперь вопрос: какое отношение между этими двумя родами рефлексов? Вы видели, что мы образовали условный рефлекс у собаки в каких-нибудь 15 минут. Его не было, и он явился.

Какие же условия необходимы для того, чтобы он образовался? Основное условие такое: нужно, чтобы действие этих случайных раздражителей, случайных агентов (вид пробирки, плеск и т. д.), на которые образуется потом рефлекс, совпало несколько раз с действием обыкновенных раздражителей из полости рта. Ведь вот в данном случае: я вертел перед собакой пробирку, подносил кислоту к носу и т. д. в то время, когда кислота, которую я вливал, действовала на полость рта и давала безусловный рефлекс. Если такое совпадение случайных раздражителей с постоянными повторяется несколько раз, то в конце концов и сами случайные раздражители приобретают действие и дают условный рефлекс.

Что мое объяснение верно и точно, это доказать легко. Как это проверить? Что из этого вытекает? Вы, конечно, скажете, что если это так, то можно из любого раздражения образовать условный рефлекс, если только будет соблюдено основное условие, если заставить совпасть несколько раз любой случайный раздражитель с раздражителем безусловным. Это действительно так, как вы сейчас и увидите.

В настоящее время у меня в этой лаборатории и в других имеется сотня собак, у которых образованы всевозможные условные рефлексы из всевозможных раздражителей глаза, уха, носа, кожи и т. д. Вы, например, почесываете каким-нибудь прибором известное место на коже собаки, а у нее течет слюна. Или вы заставляете звучать какой-нибудь тон, и этот тон вызывает у собаки слюну. Как это произошло? Очень просто. Исследователь чесал собаку прибором и одновременно каждый раз или вливал кислоту, или давал собаке есть, т. е. вызывал безусловный рефлекс. Другой исследователь проделывал то же самое, но вместо чесания заставлял звучать известный тон. В результате образовались слюнные рефлексы на чесание и звук, т. е. на такие раздражители, которые обычно на слюнную железу не оказывают никакого действия.

Вы спросите, а как же образовался условный рефлекс на вид и запах мясного порошка или мяса? Совершенно так же. Сначала было время, когда ни запах мяса, ни вид мяса слюны не вызывали. Слюна от действия мяса на расстоянии потекла только тогда, когда это совпало с безусловным рефлексом на мясо из полости рта. Я вам расскажу сейчас про один опыт, который это несомненно доказывает. Этот опыт стоит хорошенько запомнить и продумать.

Доктор И. С. Цитович брал только что родившихся щенят и кормил их одним молоком в течение приблизительно четырех месяцев, причем одного щенка он кормил, сопровождая еду

звуком метронома, другого — распространяя во время кормления запах камфоры, которая обычно никакого отношения к слюне не имеет, а третьего кормил, показывая каждый раз красный свет (освещал комнату). Когда щенки подросли, им были сделаны слюнные фистулы. И что же оказалось? У первого щенка, которого он кормил при звуках метронома, один звук метронома вызывал отделение слюны. У другого щенка слюну вызывал запах камфоры — без всякого кормления молоком. У третьего щенка текла слюна при появлении красного света. Следовательно, образовались условные рефлексы на метроном, на запах камфоры, на красный свет — на такие раздражители, которые обычно у собак никакого отношения к слюнным железам не имеют. А когда этим щенятам показывали мясо, держа его перед носом, мясо не оказывало никакого действия. Так что ни запах мяса сам по себе, ни вид мяса не являются возбудителями слюнных желез. Надо было дать этим щенятам поесть мяса, чтобы его вид и запах вызывали слюну. Таким образом не остается сомнений, что и рефлекс на мясо есть выработанный, условный рефлекс, образованный в течение индивидуальной жизни. И вы понимаете уже, что образование таких рефлексов очень выгодно для животного. Мясной порошок попадает в рот тогда, когда там уже есть слюна, и его можно сразу препроводить в желудок, не ожидая пока выделится слюна от химического раздражения полости рта.

Итак, на слюнных железах мы познакомились с двумя сортами рефлексов, т. е. реакций организма на внешние явления при посредстве нервной системы. Одни рефлексы прирожденные, постоянные, неподвижные, грубые — это безусловные рефлексы. Другие же рефлексы очень тонкие, постоянно образуются и колеблются — это условные рефлексы. Для того чтобы вы яснее могли представить себе всю важность существования условных рефлексов, вы подумайте не об условных рефлексах на слюнную железу, а о рефлексах на скелетную мускулатуру. Каждое животное должно защитить себя от врагов, борьба за свою жизнь всегда стоит на первом плане. Если бы у животного были только безусловные рефлексы, то оно реагировало бы на нападение только тогда, когда уже очутилось в зубах у противника. Какое бы это было неприспособленное к существованию, беззащитное существо! И теперь представьте себе, что животное имеет способность образовать временные связи. От одного вида опасного врага оно уже прячется, убегает. Такое животное имеет гораздо больше шансов обеспечить себе жизнь.

Подумайте об этом, и вы поймете, какое огромное значение имеют для организма условные рефлексы.

Лекция девятая

ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ. — УГАШЕНИЕ. — НАТУРАЛЬНЫЕ УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ. — ПЕРЕДАЧА УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ ПО НАСЛЕДСТВУ. — ИНСТИНКТЫ КАК СЛОЖНЫЕ БЕЗУСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

Повторим то, что мы видели и слышали в прошлые лекции. Мы фактически убедились в том, что внешние вещества, входящие в полость рта и для обработки которых нужна слюна, действуют известным нервным путем на слюнную железу чрезвычайно разнообразно в соответствии с их свойствами и количеством, причем это воздействие внешнего вещества характеризуется постоянством, неизменностью результатов. Вливая кислоту, мы получали одинаковый эффект при опытах и со здоровой собакой и с собакой, порядочно изуродованной. Я такое соотношение внешних агентов с организмом назвал, согласно принятой терминологии, рефлексом. В прошлый раз я вам показал ряд фактов, где это внешнее вещество действовало на расстоянии, например, когда я показывал мясо собаке или возбуждал ее кислотой. Этот новый ряд явлений, если вникнуть подробно, с одной стороны, сходен со старыми фактами, а с другой — отличается от них. Сходен в том отношении, что и здесь мы имеем реакцию, связь слюнной железы с известным внешним явлением. Для того чтобы вещество подействовало на железу из полости рта, нужно, чтобы оно вошло в соприкосновение со слизистой оболочкой полости рта и раздражило оканчивающиеся там нервы. Для того же, чтобы вещество действовало на расстоянии, нужно, чтобы оно подействовало на глаз или ухо, или кожу и т. д., одним словом, на воспринимающую поверхность организма.

Таким образом между теми и другими фактами оказалось иное сходство, т. е. и те и другие есть реакция на внешний мир,

с тою разницей, что реакция получается от раздражения различных окончаний нервов: глазных, ушных, ротовых, вкусовых. Словом, разница несущественная. Но когда мы вошли в подробности этих явлений, то разница начала выступать все больше и больше. Мы видели, что первый рефлекс есть постоянный рефлекс и его трудно изменить, а вот другой рефлекс — очень колеблющийся. Я вам тогда же сказал, что эти рефлексы очень быстро образуются и исчезают, и тогда же образовал у собаки на ваших глазах рефлекс на кислоту. Еще резче выступила перед нами разница, когда мы узнали, что с первыми, постоянными рефлексами животное родится, а вторые — образуются в течение жизни. Дальше, я показал вам самый механизм образования этих условных рефлексов. Основным условием для образования этих временных связей оказалось следующее. Нужно, чтобы действие агента случайного несколько раз совпало по времени с действием агента безусловного, всегда действующего, тогда случайный агент сам становится раздражителем. Я вам это показывал на слюнной железе, но добавил, что такие же временные связи можно образовать и из других органов, которые могут вступать в соотношение с внешним миром. Мало того, я вам сказал, что условные рефлексы таким же путем образуются и самой природой в нормальных условиях жизни. Если не давать собаке с рождения мяса, то ни вид мяса, ни запах на слюнные железы не будут действовать до тех пор, пока эти раздражители не совпадут с постоянным рефлексом на мясо из полости рта.

Мы уже говорили в прошлый раз, что если наши рассуждения верны, то тогда, значит, можно из любого агента внешнего мира сделать условный рефлекс на слюнную железу. Так и оказывается на деле, и мы вам сейчас это и покажем.

Вот у этой собаки сделаны обыкновенные слюнные фистулы. Перед ней, как вы видите, стоит жестяная коробка, и в этой коробке имеются за стеклом перья, соединенные крестообразно. Когда эти перья неподвижны, они на собаку не действуют. Теперь смотрите: мы пускаем эти перья в движение. Считайте: за минуту выделилось 12 капель слюны. Видите, искусственная вертушка (так мы называем прибор с перьями), которая обыкновенно никакого отношения к слюнной железе не имеет, вызывает слюну у этой собаки. Теперь мы собаку покормим. Это и есть тот метод, при помощи которого мы движущуюся вертушку связали со слюноотделением. Мы пускали вертушку и всякий раз подкармливали собаку.

Теперь слюноотделение у этой собаки прекратилось. Мы сделаем другой опыт. Мы пустим звук cis, обыкновенный музыкальный тон. Пускаем — 10 капель слюны.

Я покажу теперь вам опыт, из которого вы увидите, что, несмотря на непостоянство и подвижность условных рефлексов, они вполне доступны точному научному исследованию. Придет несомненно время, когда все это разнообразие будет в конце концов уловлено научной мыслью, все условные рефлексы будут изучены для того, чтобы можно было ими управлять так же, как мы теперь управляем простыми рефлексами.

Приступим к опыту. Вы видели, что вертушка, приведенная в движение, вызывает у этой собаки слюну. А теперь я прибавлю к вертушке еще одно условие, и вы увидите, что этого условия будет достаточно, чтобы движение вертушки потеряло свое действие. Мы пустим вертушку с метрономом — и слюны не будет. Пускаем сначала метроном, а затем и вертушку. За минуту ни одной капли слюны.

Теперь уже изучено очень много условий, при которых временный раздражитель то действует, то не действует, причем все это укладывается в известные рамки, в известные правила.

Немного погодя мы попробуем еще одно условие. Мы будем несколько раз применять вертушку, не сопровождая ее едой, при помощи которой она стала действительным раздражителем слюнной железы. И вы увидите, что тогда вскоре действие вертушки прекратится. Или лучше, возьмем звук cis; будем пускать его несколько раз подряд в течение минуты, не сопровождая едой.

Для того чтобы этот опыт шел точно, должно быть соблюдено возможно точное тождество обстановки. Если же во время опыта будут врываться некоторые звуки или неожиданные явления, тогда все спутается. Поэтому вы воздержитесь от шума и лишних движений.

Пускаем cis. За минуту 22 капли. Теперь сделаем промежуток в две минуты и снова пустим cis, не подкрепляя его, как и в этот раз, едой.

Пускаем снова звук cis. Ни одной капли. Нуль сразу. Видите, как быстро cis потерял свое действие.

Если показывать собаке мясной порошок и не давать есть, то произойдет то же, что и с cis. Рефлекс на вид и запах мясного порошка точно такой, как и рефлекс с cis. Если будете показывать мясной порошок и не кормить собаку, то слюноотделение сначала уменьшится, а потом и совсем прекратится.

Вот перед вами факт. Из этого факта видно, что нервная система собаки обладает анализаторной способностью, что она

может отличать одно от другого, что она в состоянии разлагать внешний мир на отдельные элементы. И вы видите, что при помощи такой методики очень удобно на слюнной железе изучать эти анализаторные способности собаки. Я об этом буду вам говорить подробно в другом месте. Но так как я из физиологии слюнной железы делаю введение в свой предмет, то я вам вкратце и покажу все горизонты физиологии.

Предположим, у вас имеется собака, у которой из звука cis сделан условный раздражитель слюнной железы. Перед вами, естественно, встает вопрос: ну, а как будут теперь на эту собаку действовать другие звуки?

Оказывается, что вначале, когда вы только образовали рефлекс на cis, действуют и другие, родственные звуки. Но по мере того, как вы этот рефлекс на cis повторяете, соседние звуки перестают действовать. Физиолог, следовательно, может изучить, насколько собака способна отличать один звук от другого. Из существующих опытов уже выяснено, что собака легко отличает $^1/_8$ тона вверх и вниз от основного тона, на который образован рефлекс. Известный тон гонит слюну; вы пускаете звук на $^1/_8$ тона выше, и слюны нет. И при этом собака делает такую тонкую дифференцировку даже через день. Музыканты знают, что называется абсолютным слухом, это — способность прямо определять, какой тон звучит. Вам дают тон, и вы говорите: это до, или ми и т. д. Так вот, у собаки, оказывается, страшно развит абсолютный слух. Мало того, теперь установлено, что нервный слуховой аппарат собаки раздражается такими воздушными колебаниями, такими тонами, которые на нас совершенно не действуют. Наше ухо реагирует приблизительно на 40—50 тысяч колебаний в секунду, дальше мы не слышим. А собака раздражается 70—100 тысячами колебаний. Получается очень эффектный опыт. Вы берете тон, например, в 70 тысяч колебаний, вы этого звука не слышите, для вас он не существует, а собака на него дает слюну.

Вы понимаете теперь, как важны эти временные рефлексы. При помощи их мы имеем возможность исследовать анализаторную способность собаки.

Собака отлично различает и тембр звука. Возьмите этот самый cis не на язычковом камертоне, а, например, на скрипке, и ничего не будет. Если взять звук cis и в одно и то же время показать мясной порошок, то слюны будет больше, чем при одном звуке cis. Произойдет, так сказать, суммация раздражителей, и эффект будет больше. Вообще, мясной порошок сильнее действует на слюнные железы. Этот рефлекс крепче запоминается собакой. На этом основании мы и различаем

натуральные условные рефлексы, например на вид мяса, и искусственные условные рефлексы, например на вертушку, звук cis, и т. д.

Если взять три раздражителя, тогда слюны будет еще больше. Один доктор образовал рефлекс на аккорд из трех звуков. Когда он потом пробовал два звука из этого аккорда, то слюна текла, но меньше, чем на все три звука. Однако если к трем звукам, на которые уже образован рефлекс, прибавить новый, четвертый, то тогда количество слюны уменьшится. Произойдет торможение новым, неожиданным раздражителем. Как вы, вероятно, заметили, слюна не сразу течет, когда начинает действовать раздражитель. Это бывает всегда. Всякий раздражитель действует не сразу. Это называется периодом скрытого раздражения.

Как вы видели, звук cis потерял свое действие. Возникает вопрос: как ему снова вернуть это действие? Таких условий вообще очень много, и они изучаются. Можно сделать таким образом, что просто выждать некоторое время, тогда звук cis снова будет вызывать слюну. Для каждого опыта и животного по разному определяется время, в течение которого рефлекс восстанавливается сам собой. Для этой собаки, например, нужно полчаса, час.

Я еще вернусь к этим вопросам, когда буду говорить о физиологии больших полушарий. Тогда я вам покажу новые опыты и систематически изложу весь предмет, как он мыслится сегодня.

Таким образом на деятельности слюнной железы, ничтожного органа, вы познакомились с чрезвычайно существенными и высочайшими функциями животного организма. Вы видите, что, с одной стороны, животное способно образовать временные связи с окружающей средой, а с другой стороны, оно способно анализировать внешний мир. Опыты с образованием временных связей вы видели, а опыт с дифференцировкой явлений внешней среды я вам покажу в другой раз.

Значит, две способности: установление временных связей и анализ окружающего мира — разложение различных сложностей на отдельные элементы — представляют огромную важность для организма. Я вам уже предлагал подумать о том, как важен процесс образования временных связей, до какой степени он утончает отношение организма к внешнему миру. Благодаря этой способности организм реагирует на самые разнообразные явления внешнего мира, реагирует очень тонко и сложно. Если вы об этом хорошенько подумаете, для вас станет ясно и то, какое значение имеет добавка к этой способ-

ности другой, именно, способности анализа. Благодаря процессу анализа животное не реагирует на огромную массу явлений огульно, а дробит сложные явления и на каждую маленькую часть его реагирует отдельно. Это еще больше утончает соотношение организма с внешним миром. И вот, если вы проникнетесь этими истинами и приложите их к самим себе, то вы увидите, какую массу явлений вашей деятельности захватывают эти два механизма, с которыми мы познакомились при изучении работы слюнной железы. Вы увидите, что и наша жизнь состоит почти сплошь из условных рефлексов и анализов внешнего мира.

Таким образом, как вы видите, мы с маленького органа — слюнной железы — дошли до высочайших проявлений жизни, а изучение этих высочайших проявлений есть прямой и существенный предмет физиологии. Физиология — опытная, естественно-научная дисциплина, основанная на точных фактах, и в этом направлении перед исследователями встают новые и новые вопросы, которые, — вы это понимаете теперь, — можно решать чисто научным путем. Итак, вы представляете, чем занимается физиология: она исследует точнейшим образом важнейшие отношения организма к окружающему миру. Вы понимаете, что животный организм может существовать только тогда, когда он находится в определенных взаимоотношениях, в каком-то равновесии с окружающим миром. Организм есть огромная сложность веществ и сил и окружен бесконечно большой сложностью веществ и сил внешнего мира. И если он существует как целое, то только потому, что он уравновешивается с внешней обстановкой. Если бы это равновесие нарушилось, то от организма ничего бы не осталось, он был бы уничтожен внешней средой, растерт в порошок. Это ясно. Возьмите человека, который не считается с условиями внешней среды. Жизни и счастью такого человека скоро придет конец. Против его слабых сил природа выставит тысячи своих более могущественных сил, и он погибнет. И возьмите, с другой стороны, человека, который учитывает возможности природы, все обстоятельства внешней среды. Такой человек сохранится, станет господином окружающей природы.

Пределом физиологического знания, целью его, является выразить это бесконечно сложное взаимоотношение организма с окружающим миром в виде точной научной формулы. Вот окончательная цель физиологии, вот ее пределы.

В заключение, кончая с этим вопросом, я вам скажу, что он относится к нескольким научным дисциплинам, к разным разделам человеческого знания. Я говорил вам о нем, не сходя

с строго научной дороги, оставаясь все время в пределах физиологии. Но вы знаете, что человеческий ум это сложное отношение животного организма, в том числе и нашего, к окружающему миру включил в особую область знания — в психологию. Как вы видите, однако, из моих положений, к этому вопросу можно подойти с чисто физиологической точки зрения. Где размежуются между собою физиология и психология — это вопрос другой. Быть может, и это всего вероятнее, что такого размежевания и не будет и они сольются между собою как один предмет. Во всяком случае, вы видели и убедились, я полагаю, что к этим вопросам можно с большим успехом подходить со стороны естествознания, со стороны физиологии.

Кстати, я вам сейчас объясню, почему камни и вода вызывали немного слюны. Как вы помните, то небольшое количество слюны, которое было получено при даче собаке воды и камней, я считал результатом неточного опыта. И это можно понять. Когда я собаке вливал кислоту из пробирки, производя плеск и хватая ее за морду, то ведь все эти агенты в конце концов сделались условными раздражителями слюнной железы. И если я после кислоты стал вливать собаке в рот воду, то понятно, что и вода должна была вызвать слюноотделение, т. е. не вода как вода, а вот эти случайные раздражители — вид пробирки, плеск воды, хватание за морду, и т. д. Вот почему сплошь и рядом вода вызывает слюнотечение. Если произвести опыт чисто, то при даче воды не выделится ни одной капли. То же самое и камни. Их ведь приходится вбрасывать в рот, хватая при этом собаку за морду. Вот если влить воду собаке, которой никогда не вливали кислоты, тогда вода не окажет никакого действия, слюны не будет.

У вас может возникнуть вопрос: как связать понимание условных рефлексов с понятием инстинкта? Должен вам сказать, что то, что я вам показывал сейчас, это — новое в науке, еще не разработанная область знания. Понятно, в старых пониманиях вещей многое еще стоит не так, как я говорил. Ну, вот хотя бы инстинкт. Вы знаете, что разные действия животных, с которыми животные родятся, называют инстинктами. Из того, что я вам сказал, вы понимаете, что по моей терминологии все они — безусловные рефлексы, которые отличаются, может быть, только своей сложностью от рассмотренного нами безусловного рефлекса, например на еду. Но ведь сложность не есть серьезное, принципиальное отличие. Возьмем пример того, что обыкновенно называют инстинктом. Одно насекомое, питаясь другим, так овладевает своей жертвой: оно своим жалом попадает между вторым и третьим нервом

грудного щита другого животного, попадает прямо в нервный узел и парализует свою жертву. Это, говорят, инстинкт. Но это сложный прирожденный рефлекс. Очевидно, вид этого другого насекомого, его форма и т. д. являются специальными раздражителями для первого насекомого и направляют его деятельность по определенной программе. Мы в наших опытах брали один раздражитель, как кислоту, мясо, а здесь таких раздражителей много. Вот вся и разница. А по сути дела это безусловный рефлекс, т. е. неумолимая, непременная связь известных внешних раздражений с определенной деятельностью организма. Передаются ли условные рефлексы по наследству? Точных доказательств этому нет, до этого наука еще не дошла. Но надо думать, что при длительном периоде развития прочно выработанные рефлексы могут становиться врожденными.

Это только мы так категорически разделяем: это — условный, это — безусловный рефлекс, этот — постоянный, врожденный, тот — колеблющийся и т. д. Природа таких узких категорий не знает.

Вопрос: Но ведь вы говорили, что у щенков, которые не ели мяса, на мясо нет врожденного рефлекса, а между тем это очень прочный раздражитель и повторяется в бесконечном ряде поколений.

И. П. Павлов: Вы мне напомнили, и оказывается из того, что я знаю, некоторый ответ уже есть. Вот интересный факт. У тех щенят, о которых я вам говорил, ни вид, ни запах мяса слюны не вызывали. Но представьте себе, у этих же щенят с других органов тела есть врожденные рефлексы на эти раздражители. Интересно, что в то время, как слюнного рефлекса на вид мяса не было, двигательный рефлекс был. Эти щенята по запаху кидались на мясо. Весьма возможно, что мы имеем здесь переход рефлекса условного в рефлекс постоянный.

Вопрос: А нельзя это объяснить инстинктом?

И. П. Павлов: Ведь инстинкт пустое слово. Можете назвать это и еще как-нибудь, например «оглобля». Это ничего не объясняет.

Вопрос: Так что же, слово «инстинкт» придется совсем оставить?

И. П. Павлов: А вам жалко? Много старых истин было брошено, а слова и подавно можно выбросить, когда они не нужны.

Есть ли какое-нибудь различие в рефлекторной дуге между условными и безусловными рефлексами? Разница, очевидно,

заключается в центральной части рефлекторной дуги. Центробежный путь в обоих случаях идет по n. chorda tympani и n. sympathicus, так что он одинаков. Центростремительная часть различна: в одном случае n. lingualis, в другом случае n. opticus, n. acusticus. Но это отличие нельзя считать существенным. Очевидно, вся разница в центральной части. В одном случае, очевидно, путь раздражения проторенный, постоянный, а в другом случае этот путь переменчивый — то открывается, то закрывается. Это, вероятно, так.

Когда речь идет о рефлексе временном, тогда надо считать, что он идет из высших отделов мозга, а не из низших. Так что, говоря анатомически, надо сказать так: рефлекс безусловный есть рефлекс продолговатого и спинного мозга, а рефлекс временный есть рефлекс больших полушарий, т. е. центральная часть в одном случае находится в низших отделах мозга, а в другом случае — в больших полушариях.

Вы видите, что условный рефлекс очень сложен и самая сложность здесь приходится на то, что связи могут то замыкаться, то размыкаться в больших полушариях. Можно привести в этом отношении такой пример. Я хочу устроить между своей квартирой и лабораторией телефон. Я его могу прямо провести из лаборатории в квартиру, т. е. соединить квартиру и лабораторию проволокой, это будет постоянная связь, я всегда буду сообщаться со своей квартирой из лаборатории. Это простая связь и в то же время ограниченная. Другое дело, если я устрою телефон между квартирой и лабораторией через телефонную станцию, где имеются особые приборы, которые производят самые разнообразные замыкания и перемыкания. Тогда я буду иметь возможность сноситься не только со своей квартирой. Я могу тогда сообщаться с многими тысячами абонентов. Видите, какая выгода устроить вместо постоянной связи временную связь. И вот, большие полушария можно сравнить с телефонной станцией. Вы теперь понимаете, какая огромная польза существования временных связей. Это очень хорошая иллюстрация.

В о п р о с: Из ваших слов вытекает, что человек скоро будет обладать «сверхлапласовским умом» и сумеет ответить на те загадки мира, о которых Дюбуа-Реймон сказал «ignorabimus».

И. П. П а в л о в: Надо прежде всего сказать, что эти ignorabimus'ы уже не в моде. В свое время это выступление Дюбуа-Реймона произвело чрезвычайное впечатление. Было время, когда человеческое знание накоплялось очень медленно. Тогда частенько у людей была манера ставить границы силе

человеческого ума. Говорили: «вот это ты, ум, узнаешь, ну, а дальше, господин ум, не пойдешь». Почему-то даже находили какую-то отраду в том, что человек всего не узнает. Я считаю наоборот, мне гораздо приятней сознавать, что я все могу узнать. За последнее полстолетие естествознание идет вперед так быстро, что привычки ставить пороги человеческому знанию исчезают. Сколько уже было провалов тех господ, которые хотели поставить границы человеческому уму. Теперь сколько-нибудь умный человек скажет: «ну, а относительно будущего я отказываюсь предсказывать». Вот еще недавно один физиолог сказал, что мы никогда не измерим скорости нервного процесса. А вскоре после того эта скорость была измерена и оказалась не такой большой — 23 метра в секунду.

Итак, мне кажется, что я достаточно обрисовал вам высший предел физиологического изучения. Это будет анализ взаимоотношений и высочайшего уравновешения организма и окружающего мира. Вот высший предел для физиологического знания, как его можно представлять сейчас.

Это высший этаж физиологического знания. Но мы перебрались в этот этаж не из нижнего, а из среднего этажа физиологии. Ведь мы начали с химического изучения слюны и с общей, валовой работы слюнной железы. Ясное дело, что если перед нами слюна, то первый вопрос: а знает ли что-нибудь физиолог о том, как готовит слюну слюнная железа? Этими вопросами мы теперь и займемся. Таким образом мы спускаемся с верхнего этажа в нижний.



Лекция десятая

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О РАБОТЕ КЛЕТОК СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ. — СЕКРЕТОРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Перед нами стоит вопрос: каким образом слюнная железа готовит слюну? Вопрос очень существенный. Если хотите: все, что говорилось раньше, представляется более поверхностным и менее глубоким, чем этот вопрос. Мы исходили из готового факта и не касались вопроса, каким образом приготовляется слюна. Для получения ответа на этот вопрос мы с вами переберемся в новый отдел физиологии, представляющий еще пока главным образом раздел будущего чрезвычайно сложного исследования.

Что вы знаете о слюнной железе? У вас есть данные из гистологии, и вы представляете, что слюнная железа готовит слюну при помощи своих клеток. Вы знаете, что все органы состоят из клеток и их видоизменений.

Рассмотрим общее строение слюнной железы. Начнем с протока.

Проток делится на мелкие ветви и кончается пузырьками, дольками. Как весь проток, так и конец этой дольки выложен клетками, причем клетки в разных местах различны, а клетки концов протоков несколько особые. Так вот, эти клеточки, которые выстилают конец протока, и есть лаборатория, где изготовляется слюна. У нас, значит, есть по крайней мере топографический ответ. Но какие дальнейшие указания в этом отношении? Гистология устанавливает, что между внешним видом этих клеток и фабрикацией слюны имеется известное соотношение: вид клеток является различным, смотря по тому, с какой клеткой вы имеете дело — с клеткой, которая еще работает, или с клеткой, которая уже выделила слюну. Это еще более подтверждает мысль, что клетки эти есть лабора-

тория слюны. Я сообщу вам об этом немного подробнее.

Если вы возьмете клетки слюнной железы, по возможности в свежем виде, от собаки, которая не выделяла слюны, и рассмотрите их в физиологическом растворе, то увидите, что клетки эти темные, массивные и набиты маленькими зернышками. Если же вы возьмете и рассмотрите в таких же условиях клетки от железы, которая перед этим выделила много слюны, то вид их будет другой. Эти клетки будут меньшего размера, светлее и почти без зернышек. Совершенно ясно, что фабрикация слюны связана с изменением состава слюнных клеток. Вот вы и имеете очевидное доказательство, что слюнная клетка есть то место, где происходит химическая фабрикация слюны. Этот факт был констатирован лет 50 тому назад бреславльским физиологом Гейденгайном.

Итак, мы знаем теперь место, где вырабатывается слюна. Но дальше встает вопрос, ответа на который пока нет, и он дан будет, вероятно, не так скоро. Это вопрос: каким образом совершается фабрикация слюны, какими силами, за счет каких материалов? Ведь в этом вопросе суть дела, в ответе на него — полное знание. А между тем в этом отношении мы знаем очень мало. И вообще, вы увидите, что физиология, касающаяся клетки, есть пока физиология поистине жалкая, только что начинающаяся, она — физиология будущего. В то время как физиология крупных органов разработана очень хорошо и я имел возможность показать вам массу фактов, о физиологии клетки известны только ничтожные обрывки. Причина этого понятна. Физиология клетки должна иметь свою чрезвычайную методику, не похожую на ту, которой мы пользовались, оперируя с целыми органами. Вы видели, что не бог весть какая трудность получить слюну в чистом виде от всей железы, перерезать нерв и т. д. А вы подумайте, что нужно делать, какими средствами надо располагать, чтобы войти в самую клетку и ответить на вопрос, как она работает.

Ясно, конечно, что каждая клетка есть организм, и очень сложный, состоящий из отдельных частей, только микроскопических. Общий план исследования, понятно, и здесь должен в главнейшем остаться тем же. Вопросы, которые придется решать, будут те же, которые решались и относительно крупных органов. Мы должны будем разделить клетку на микроскопические части, узнать, как они работают в отдельности, как взаимодействуют между собой и как из этого слагается вся работа клетки. Но, понятно, ответить на эти вопросы, страшно трудно. Здесь потребуется огромная острота ума,

огромные, гениальные ухищрения. Так что если вы подумаете, то поймете, что дно жизни, фундамент жизни спрятан от человека еще очень далеко и что для его достижения потребуется работа длинного ряда поколений исследователей. Но, конечно, как ни далека эта цель, человеческий ум уже начинает подходить к разрешению этих вопросов. Понятно, успехи миниатюрные, но они все-таки есть. Пока что речь идет о таких данных, которые можно получить от всей клетки, а не от частей ее. В этом отношении первый вопрос, который был поставлен относительно слюнной клетки, — это: что значит вообще образование слюны, какой это вообще процесс, что такое делается в клетке, когда в ней образуется слюна? Вы знаете, что в грубом виде дело обстоит так, что, с одной стороны, имеются соединения клеток, а с другой стороны — к этим соединениям клеток подходит кровь, находящаяся в кровеносных сосудах. Конечно, к какой-нибудь отдельной клетке подходит уже мельчайший сосуд, капилляр. Имеется еще другая жидкость наряду с кровью — это лимфатическая жидкость, заключенная в лимфатических сосудах. Следовательно, слюнную клетку омывают две жидкости: лимфа и кровь. Но так как сама лимфа берется из крови, то можно говорить только о крови. Кровь заключает в себе известные химические материалы, которые в свою очередь поступают в кровь из пищеварительного тракта.

Так что в общей форме у нас ответ есть: с одной стороны, мы имеем слюнную клетку, с другой стороны — окружающую ее кровь, которая содержит питательный материал. Слюнная железа представляет относительно маленький орган. У собаки, например, слюнная железа весит около 10—15 г, а такая железа может дать от 10 до 100 куб. см слюны в короткое время. Значит, ясно, что железа берет материал из крови. Но, конечно, этот ответ до последней степени общий. Вместе с ним возникает дальнейший вопрос: в силу чего вода крови и другие составные части переходят в слюнную клетку, каким образом клетка захватывает из крови необходимые материалы? Первое предположение, которое было сделано, такое. Слюна есть просто фильтрат крови, она продавливается через стенку кровеносного сосуда и membrana propria слюнной клетки, т. е. выходит, что по одну сторону стенки — кровь, а по другую слюна. Итак, слюна есть фильтрат крови. Напор крови продавливает воду слюны, не пуская кровяных шариков, как это бывает и при всякой фильтрации, где проходит через фильтр только жидкость, а плотные части остаются на фильтре.

Вот первое предположение. Конечно, оно касается сути той силы, которая определяет образование, фабрикацию слюны.

Этот вопрос был подвергнут экспериментальному исследованию, и оно дало отрицательный ответ. А так как ответ этот дался не просто, а стоил усилий, и так как он имел большое значение, то я вам и приведу факт, на основании которого решается этот вопрос.

Вопрос этот был решен на основании сравнения кровяного давления с секреторным, отделительным давлением. Вот вам фраза, которой можно обменяться в специальном разговоре. Я вам ее сейчас объясню. Я вам сказал, что кровь находится в сосудах под напором, она сжата. Если вы разрежете себе палец, то кровь оттуда польется струей. Так вот, этот напор крови называется кровяным давлением. Теперь, что такое секреторное давление? А это есть тот напор, с которым слюна вытекает из протока. Как вы увидите, она вытекает с большой силой. На собаках с фистулой можно видеть, как из протока фонтанчиком выделяется слюна. Вопрос: для чего сравнение давлений кровяного и секреторного? Очень просто. По предположению, слюна есть фильтрат, а вы знаете, какие условия необходимы для фильтрации. Когда фильтруется какая-нибудь жидкость, то она продавливается своим весом через фильтр. Ведь как сделать фильтрацию скорее? Надо приделать к концу воронки разрежающий насос. И наоборот: если вы хотите, чтобы фильтрация замедлилась, то стоит вам поставить воронку в пробирку и пробирку туго чем-нибудь закрыть. Тогда фильтрация остановится, как только соберется много жидкости и воздух в пробирке окажется сжатым. Давление внутри пробирки повысится, и наружный воздух будет не в состоянии продавливать жидкость через фильтр. Так что фильтрация основывается на давлении.

Теперь понятно, что для решения нашего вопроса надо сравнить напор крови и напор слюны. И если окажется, что напор слюны больше, то, следовательно, это не есть фильтрация, так как фильтрация при таких условиях должна была бы остановиться. Тогда очевидно, что здесь работают какие-то другие силы. Такова постановка вопроса. Теперь дальше. Как мы будем мерить напор крови? Вы должны это знать из физики. Это мерится простым прибором — манометром. А манометр состоит из согнутой трубочки с налитой ртутью. Если одно колено манометра соединить с пространством, которое находится под известным давлением, то величину давления можно узнать по положению ртути в другом колене манометра. Давление измеряется высотою ртутного столба, которая представляет разницу между одним и другим коленами манометра. Если давление одинаково, то ртуть в обоих коленах стоит

на одинаковой высоте. Если же давление не одинаково, то получится разница между высотой ртути в обоих коленах, которая и есть мера величины давления.

Опыт, который мы вам покажем, считается классическим опытом, хотя он дает и отрицательный ответ. В этом опыте очень ясны и поставленный вопрос и даваемый ответ. Принадлежит этот опыт Людвигу. Мы его сделаем в следующий раз.



Лекция одиннадцатая

ПРОЦЕСС ОТДЕЛЕНИЯ СЛЮНЫ. — ОБРАЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. — ФИЗИОЛОГИЯ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ КАК ВВЕДЕНИЕ В КУРС ФИЗИОЛОГИИ. — МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ЧИСТОГО ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

Перед вами собака с перерезанным спинным мозгом. Мы пользуемся перерезкой спинного мозга, потому что если отравить животное кураре, то кураре может подействовать и на слюнную железу, а нам надо иметь ее совершенно трудоспособной. При перерезке же спинного мозга в железе нет никаких изменений, а животное парализуется.

Arteria cruralis соединена с одним манометром. Давление крови сейчас около 50 мм. Другой манометр соединен с протоком подчелюстной слюнной железы. Теперь будем раздражать секреторный нерв. Ртуть в манометре, измеряющем секреторное давление, начинает повышаться.

Давление крови 60 мм. Немного повысилось. Буду снова раздражать нерв. Ужасно медленно выделяется слюна. Сейчас секреторное давление 50 мм, т. е. еще не довели его до величины давления крови. В другой раз ничего не стоит при хорошей chorda tympani поднять давление до 150 мм.

Сейчас давление крови 51—52 мм, а секреторное я довел до 75 мм. Разница резкая. Секреторное давление превосходит кровяное на $^1/_3$. Следовательно, выделяющаяся слюна не может быть продавливаема напором крови.

Это и есть классический опыт Людвига, который показал, что процесс отделения слюны не есть фильтрация, потому что механическая сила, которая обнаруживается при секреции слюны, больше, чем механическая сила, которая могла бы быть при заимствовании ее от крови. Таким образом и относительно механизма появления в слюнных протоках жидкой

части слюны, т. е. воды, нельзя держаться представления, что это есть фильтрация, потому что нет основного условия для фильтрации — большего давления в том месте, откуда жидкость фильтруется.

Остается еще другое предположение. У нас есть еще физико-химическая сила — осмос. Мы можем объяснить переход воды из крови при посредстве осмоса. Однако доказательств такому представлению пока еще нет. Были поставлены опыты, но они не дали ясных результатов. Вы видели, что слюна течет двух сортов: с малым содержанием белковых веществ, как, например, при реакции на кислоту, и с большим содержанием белковых веществ и теми же солями при реакции на съедобные вещества. А что касается воды, то и в том и в другом случае можно получить слюну с большим количеством воды. То есть химизм совершенно различный, а количества солей и воды одинаковы. И это уже такой факт, который трудно мирится с осмосом. Материалы различны, а осмос один и тот же. Так что вы видите, что выработка слюны не есть фильтрационный процесс: по всей вероятности, это процесс осмотический, но доказательств этому нет. Имеются предположения, но они еще окончательно не проверены, а при исследовании нередко встречаются противоречивые факты.

Что же мы дальше знаем о работе слюнной железы? Относительно воды слюны мы пришли к отрицательному результату, что это не есть фильтрационный процесс. Теперь, относительно других веществ, входящих в слюну. Ясно, что они являются результатом какого-то химического процесса. В слюнную клетку должны поступать материалы и превращаться в те вещества, которые имеются в слюне. В этом отношении подробно мы ничего не знаем, не знаем, например, как образуются птиалин, муцин. Как они получаются, из каких материалов, в силу каких реакций и процессов? Единственно, что мы знаем точно и что я буду подтверждать опытом, это то, что имеются данные, позволяющие разделить весь секреторный процесс на две части. Перевод воды из крови в протоки — это один процесс. Образование и доставка органического вещества — другой процесс. Вот что несомненно, что явствует из факта, который был перед вашими глазами. Факт этот тот, что из одной и той же подчелюстной железы вы можете получить то густую, то жидкую слюну. Из этого явствует, что деятельность слюнных клеток бывает двух родов. Одна задача — погнать одну воду с неорганическими солями, а другая — в этот раствор неорганических веществ доставить органические вещества. Есть много доказательств тому, что

переведение воды из крови — это один процесс, а выработка органических веществ — это другой процесс. Доказательства эти будут вам представлены.

Если хотите, первое доказательство может быть такое. Когда вы, вставив в проток канюлю, раздражаете долгое время n. chorda tympani и собираете слюну, то вы замечаете, что в отношении количества слюны разницы почти нет, но в то же время замечается разница в составе слюны. Первые порции будут густые, а чем дальше вы ведете опыт, тем слюна получается более жидкой, т. е. при одной и той же обстановке у вас течет то богатая, то бедная органическими веществами слюна. Это указывает, что доставка в слюну воды — один процесс, который удерживается все время, а доставка органических веществ — другой процесс, который постепенно ослабевает. Сейчас этот опыт мы и будем делать.

Будем раздражать нерв. Видите, слюна течет. Вот первые порции слюны; слюна очень густая. Будем собирать слюну по кубикам. Следующие порции будут уже не такие густые. Это показывает, что органическими веществами железа запасается особым способом, так что при энергичной работе железы происходит обеднение слюны органическими веществами и она делается жиже и жиже. Следовательно, накопление органического вещества в секреторных клетках железы требует определенного времени и совершается в другой период, чем поступление и выделение воды.

Можно представить другое, еще более осязательное доказательство. Вы берете слюнную железу; положим, она весит у собаки 5 г. Вы заставляете железу выделять слюну и получаете 50 кубиков. Ясно уже из сопоставления этих величин, что вода слюны добыта из крови. Ясно также, что вода очень быстро переводится в проток. А вот относительно органического вещества выходит другое. Если вы, после того как одна слюнная железа доставила вам 50 куб. см слюны, отсепаруете другую железу, которая была в покое, то вы увидите, что она будет весить 5 г, т. е. столько, сколько весила первая железа до работы. Первая же железа, та, которая уже отработала, будет весить теперь всего 4 г. Следовательно, работавшая железа потеряла $^1/_5$ часть своего состава. Если анализировать эту потерю, то окажется, что вся потеря идет на выделение органических веществ. Из этого видно, что при работе железа выделила запасенные в ней органические вещества. Следует сказать, что для допущения, что железы по своему весу равны, есть основания.

Вот вторая порция слюны. Видите, эта порция уже светлее.

Как вы помните, совершенно с тем же результатом совпадает и микроскопическое исследование. До работы железа состоит из небольших мутных клеток с зернышками. А отработавшие клетки — меньшего объема, светлее и без зернышек. Ясно, что эти зернышки и есть те вещества, которые выделяются, растворяются в воде и составляют органические части слюны. Другое дело — самая выработка органического вещества в клетках железы. Как эта выработка происходит — в этом отношении мы не имеем никаких данных. Мы знаем, что во время отдыха железы происходит притягивание органических веществ из крови и эти вещества перерабатываются слюнной клеткой и откладываются в виде зернышек. А когда происходит процесс секреции, то эти запасы, эти зернышки переводятся в растворимое состояние и выделяются со слюной. Вот фактические основания для разделения процесса образования слюны на два — на выделение воды и на запасание органического вещества. А затем дальше относительно этого процесса остаются наблюдения самого общего характера, которые особого значения не имеют. Ясно, что клетка в некотором отношении похожа на физико-химическую лабораторию. Понятно, что там надо ждать и всех тех явлений, которые бывают при физико-химических процессах. При работе обыкновенно развивается тепло. Поэтому физиологу надо определять, как именно вырабатывается тепло слюнными железами. Далее. При работе железы происходят электрические явления, причем еще исходящие из различных пунктов, смотря по тому, как вы раздражаете железу — через n. chorda tympani или через n. sympathicus. В обоих случаях получается ток различного направления, но это опять факт общий. Таким образом имеется масса второстепенных фактов, которые говорят, что в клетке происходит большая физико-химическая работа, но, к сожалению, никаких детальных фактов пока не известно. Как происходит эта работа, какие материалы там потребляются, какие реагенты идут в дело — мы не знаем.

Итак, вы должны притти к заключению, что относительно работы слюнной клетки наши знания совершенно ничтожные, отрывочные. Если вы сопоставите это с тем, что мы знаем по физиологии целых органов, то получается огромная разница. Там мы почти все знаем, а здесь почти ничего, по крайней мере очень мало по сравнению с тем, что надо знать.

Я заканчиваю теперь подробную физиологию слюнной железы. Я говорил вам, что я умышленно ее так подробно разбирал, так как хотел показать вам образчик физиологического исследования вообще, а также и потому, что я из физиологии

слюнной железы делаю фактическое, реальное введение в физиологию. Больше мы так подробно уже не будем говорить ни об одном органе.

Теперь разберите все факты, которые прошли перед вами. Вы видите следующее. В работе слюнной железы надо отличать три яруса, три этажа. На долю среднего этажа приходится больше всего опытов. Мы вводили в рот различные вещества, перерезывали нервы, раздражали их и т. д. В этом этаже наши знания особенно удовлетворительны. И я должен сказать вам, что исследования в этом этаже и есть самые типичные для физиологии в настоящее время; они составляют главнейшее содержание современной физиологии. Мы пойдем дальше к желудку, панкреатической железе и т. д., перейдем к кровообращению и все время будем определять, как работает орган, как варьирует его работа при разных условиях, как она связана с работой других органов. Этот отдел физиологии имеет под собою твердую почву и разрабатывается как только можно подробно и плодотворно.

Помимо среднего этажа, имеется еще два этажа — верхний и нижний.

Верхний этаж — это сложнейшее соотношение организма с окружающим миром. Это очень сложный предмет, а к нему только прикоснулись. Разработка этого этажа — целиком задача будущего. Пока обозначились только основные отношения, — этот предмет рассматривается так же объективно и научно, как и работа организма в среднем этаже. Здесь требуются специальные лаборатории, чтобы физиолог мог учесть все условия внешнего мира, как они влияют на организм. В настоящее время при Институте экспериментальной медицины строится особое здание для этих исследований, где животное можно будет изолировать от внешнего мира в звуконепроницаемых камерах. Вы понимаете, что это будет естественно-научный анализ тех явлений, которые мы привыкли понимать до сих пор психологически. Это — верхний этаж жизни, и этот этаж почти не тронут физиологическим исследованием.

Если мы от среднего этажа перейдем к нижнему, то увидим, что этот этаж огромной важности, важнее и сложнее даже, чем верхний этаж. И этот нижний этаж — физиология клетки — также почти не тронут. Мы сейчас говорили с вами о нем, но мы поставили только вопросы, а ответов у нас нет никаких. Возьмите вопрос: как слюнная железа реагирует на различные вещества? Мы говорим, что при помощи нервной системы мы познакомились и с центрами и с нервными стволами, но это ведь все данные из среднего этажа. Мы прини-

имеем деятельность готовой, не задаваясь вопросом: а как же эта деятельность происходит? На это ответа нет. А ведь ясно, что там глубина жизни. Мы начинаем с середины. А что такое наш нервный процесс, какого он происхождения — химического, физического, — это мы оставляем в стороне. И так относительно всей клеточной физиологии, которая и составляет дно, фундамент жизни. Мы должны будем сделать здесь то же, что и относительно среднего этажа, но задача здесь много труднее. Мы должны будем разделить клетку на части и определить функцию и связь этих частей между собою. Но вы помните, что все эти части микроскопические. Как подойти к этой задаче? Однако и ум человеческий не стоит на месте, а все время разрешает новые задачи. И вот, в последнее время разрабатывается очень интересная методика относительно того, каким образом вивисекцировать клетку. Для изолирования отдельных клеток и их частей нам, по аналогии с органами, надо применять перерезки и т. д. Но как это сделать? Я говорю, что попытки уже есть. В этом отношении идут в ход лучевые уколы. Делают известные лучи, например фиолетовые, возможно микроскопически тонкими, такие тонкие лучи направляют на отдельные части клетки, например на ядро клетки, и подвергают их разрушению, так как фиолетовые лучи действуют очень разрушительно. Производят, таким образом, вивисекцию и затем наблюдают клетку в живом виде, что с ней делается. Видите, какое смелое приближение к анализу деятельности клетки!

Такова программа физиологии, как она представляется сейчас, быть может, лет через десять она будет другая. Затем вопрос: как эта программа осуществляется? Вы видите, что осуществляется она при помощи методов и средств, берущихся из всевозможных наук. Вы помните, что когда мы говорили о слюнном ферменте, о муцине, мы обращались к химии, пользуясь ее методами. Когда мы хотели решить вопрос о слюноотделении, мы должны были обратиться к средствам и представлениям физики. Все эти манометры и т. д. — это физические приборы. Вы видите, таким образом, что исследование жизненных явлений в этом среднем этаже производится частью химическими методами, частью физическими. Когда у нас пойдет речь о мышечной работе, о движении, нам придется говорить о рычагах, т. е. обращаться к механике. Так что наш предмет изучается и исследуется всеми ресурсами современного естествознания. Мы пользуемся и анатомией, и гистологией, и химией, и физикой. Следовательно, средствами физиологического исследования является все естествознание.

Что касается самого характера физиологических работ, то вы достаточно убедились, что главнейшим орудием исследования является опыт. Вы ставите животное в те условия, какие нужны, по вашим соображениям, для получения ответа на вопрос, в каких соотношениях они находятся с изучаемым вами органом, как они на него влияют. Что же касается внешней формы этих опытов, то это в огромном большинстве случаев вивисекция.

Как видите, я познакомил вас со всей сущностью физиологии, познакомил не на словах, а на фактах. Вы теперь узнали и увидели и методику, и опыты, и вивисекцию. Думаю, что такое введение для вас полезнее, чем если бы я вначале несколько часов употребил на введение без всяких опытов, ограничиваясь только словами.

Вернемся к нашему опыту. Слюна, как видите, уже много жиже. А в отношении воды дело не изменяется, слюна все течет и течет. Если прекратить теперь доступ крови к слюнной железе, тогда секреция будет продолжаться еще минут пять, а потом прекратится.

Так вот, со слюнной железой мы кончили и по порядку должны итти дальше по пищеварительному каналу. Мы рассмотрели, что делается с пищей в полости рта, но пища, как знаете, изо рта переходит в следующий отдел, в желудок, который представляет самую широкую часть пищеварительной трубки. Так как мы занимаемся пока только химической работой пищеварительного канала, то я должен, согласно нашему плану, рассказать о тех жидкостях, которые появляются в желудке, когда туда поступает пища. Жидкость, которая имеется в желудке, которая выливается в желудок, есть желудочный сок. Этот желудочный сок доставляется из особых, так называемых пепсиновых желез. Надо сказать, что желудок распадается на две части. Первая часть fundus — дно желудка, другая — выход желудка — пилорическая, привратниковая часть. Граница между этими частями выражена и снаружи — перехватом, иногда очень ясно, но обыкновенно слабо. Зато в анатомическом и гистологическом отношении эти части различаются очень резко. О составе мускулатуры я буду говорить потом, а теперь мы обратим внимание на строение слизистой оболочки. В слизистой оболочке дна желудка имеются пепсиновые железы, представляющие собою мешкообразные впячивания слизистой и состоящие из двух сортов клеток: главных и обкладочных. Главные клетки вырабатывают фермент пепсин, а обкладочные — соляную кислоту. Кроме того, имеются эпителиальные клетки, выделяющие слизь.

В привратниковой области имеются железы, состоящие из клеток, сходных по своему строению и функции с главными клетками дна желудка, и, кроме того, особые слизистые железы. Подробнее об этом я скажу, когда перейду к клеточной физиологии. А теперь повторю лишь, что желудочный сок доставляют пепсиновые железы. Из этих микроскопических желез, расположенных в стенках желудка, и льется желудочная жидкость. С этим желудочным соком мы и будем знакомиться.

Вопрос о химии этого сока, о его составе я оставлю на завтра, а теперь перейдем к методическому вопросу о том, как добыть этот желудочный сок. Понятно, что если вы хотите познакомиться с новой жидкостью, то первая ваша задача — получить ее в чистом виде. Это важный вопрос. Исследование началось и здесь с очень грубых и приблизительных методов. А в настоящее время эти методы стоят на высоте почти безупречной. Раньше, например, исследовали рвотные массы, вызывая искусственную рвоту, или доставали сок так, что давали собаке глотать губку, и затем, когда губка пропитывалась соком, ее вытаскивали. Это, конечно, очень грубый способ. Во-первых, таким путем можно добыть очень мало сока, и затем, губка пропитывалась не только соком, а и пищей. Сок получался нечистый.

Толчок к дальнейшему улучшению методики дал случай. В Америке, в Канаде, одному охотнику прострелили живот. Охотник остался жив, но так как у него была прострелена стенка желудка с брюшной стороны, то получился снаружи ход, ведущий внутрь желудка. Этот случай подал мысль сделать такую дыру собаке искусственно, чтобы иметь доступ в желудок. Таким образом произошла желудочная фистула, свищ желудка. Сделал такую фистулу впервые московский хирург Басов, а затем француз Блондло.

Фистула делается таким образом. Через брюшную стенку и стенку желудка производится разрез. В разрез вставляют трубку с двумя дисками на концах. Разрез стягивается. Так как дисков два, то один мешает трубке упасть в желудок, а другой выпасть из желудка. Это очень удобная трубка. Вы имеете теперь очень легкий доступ в желудок, вы можете смотреть в него и достать из него что угодно. А для того чтобы ничего не попало в желудок и ничего не выпало оттуда, в трубку вставляется обыкновенная пробка, так что животное не страдает от такой операции. Трубку всего лучше делать из чистого серебра. Серебро держится очень хорошо и мало растворяется; от растворения же металла края заостряются и разрезают стенку желудка.

Таким образом желудочная фистула была методической победой. Но ликование физиологов продолжалось недолго. Скоро увидели, что она не очень удовлетворяет цели. Когда в желудке нет пищи, то нет и сока. Сок течет лишь тогда, когда в желудок попадает пища, но тогда пища смешивается с соком и в чистом виде сока получить нельзя. Так что в конце концов наступило разочарование. Дело оставалось в таком положении до тех пор, пока не была проделана другая операция, которая повысила ценность фистулы. Эта операция впервые была проделана в России.

Операция заключается в следующем. Делается желудочная фистула. Кроме того, как вы можете видеть на этой собаке, делается перерезка пищевода. Пищевод у этой собаки перерезан в области шеи и оба конца его вшиты на шее отдельно. Получается, что, сколько бы собака ни ела, провести пищу в желудок она не может, пища вываливается в дыру пищевода. На этой собаке можно отлично провести опыт, который вы завтра увидите. Когда у собаки окончено пищеварение, вы открываете трубку и промываете желудок водою. После этого вы даете собаке есть. Конечно, еда в ее желудок не попадает. Тем не менее из желудка течет чистый желудочный сок. И вы можете получить теперь очень много сока. В Институте экспериментальной медицины получают таким путем сок по ведру, который идет в продажу для терапевтических целей. Такую собаку кормить обычным путем нельзя. Еду приходится вкладывать через дыру. Можно давать ей ту пищу, которую она ела и перемешала со слюной, но можно слюну заменить водой.

В о п р о с: А это ничего, что пища вкладывается в желудок непережеванная?

И. П. П а в л о в: Можете на машинке размельчить. Собака ведь обычно мясо глотает кусками, не разжевывая.

В о п р о с: Неужели собака не перестает есть, несмотря на то, что ее обманывают?

И. П. П а в л о в: А вот интересно, как бы вы поступили, если бы вам сделали такую операцию? Ели бы вы или нет? Бывают больные, у которых пища не проходит через пищевод. Им делают операцию фистулы желудка и через фистулу вкладывают еду. Так вот, такие больные все-таки берут в рот еду и жуют, а потом выплевывают.



Лекция двенадцатая

ОПЫТ МНИМОГО КОРМЛЕНИЯ. — ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

Вчера я не предъявил вам последних порций слюны. Вот они. Видите, какие жидкие, как быстро слюна разливается по пробирке. Ясно, что слюна делается более жидкой по мере раздражения. На этой слюне это еще не так резко выражено. Мы получили вчера около 30 куб. см, этого слишком мало, чтобы истощить железу. А если получаются сотни кубиков, то отчетливо выступает огромная разница между первыми и последними порциями. Первые — густые, а последние — почти как чистая вода. Очевидно, происходит обеднение железы органическими веществами.

Теперь перейдем к физиологии желудка. Вчера я вам рассказал о методе, при помощи которого можно получить чистый желудочный сок. Вы теперь этот способ знаете. Сейчас мы проделаем опыт и получим чистый сок.

Вот одна из собак, от которых получается чистый сок. Вот фистула пищевода, а вот — желудка. Сейчас отделения сока у собаки нет. Теперь мы дадим собаке есть. Вы видите, что при этом кормлении пища в желудок не попадает, хотя собака и ест (рис. 3). Такое кормление получило название мнимого кормления.

Вчера меня спрашивали: почему собака не откажется есть? Надо вам сказать, что у меня были сотни таких собак и ни одна из них не поступила так, как говорил ваш товарищ: не переставала есть. Едят они самым превосходным образом, пока не устанут челюсти. Ну, конечно, это мнимая еда, физиологическое perpetuum mobile. А относительно того, догадывается она или не догадывается, что ее обманывают, это уж знать собаке. Ведь что нас побуждает есть? Потребность. Но такая

же потребность есть и у этой собаки, даже бо́льшая, потому что она ест, ест, а удовлетворения не получает. А затем, вы слышали из истории, что в распутное время римские господа объедались, а потом принимали рвотное и снова начинали есть. Так ведь это люди, а собаке и бог велел. Ей и рвотного при такой операции не надо. Ешь в свое удовольствие!

Вот сейчас собака ест. А сок у нее потечет ровно через пять минут после начала еды. Почему через такой именно срок — мы не знаем, специальных исследований не делалось. Пока у нашей собаки идет только слизь, которая тоже имеется в желудке, кроме сока. При настоящей еде отделение сока тоже начинается через пять минут после начала еды.

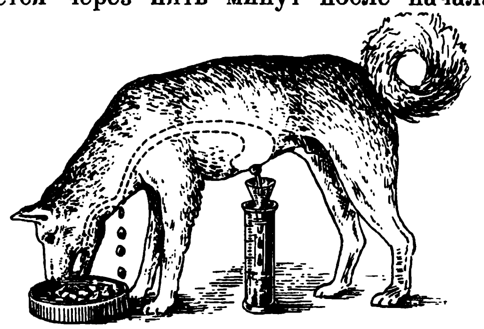


Рис. 3. Мнимое кормление эзофаготомированной собаки.

Вот уже сок течет. Если прервать это мнимое кормление, то истечение сока продолжится около полутора часов, постепенно затихая.

Пока что отделяется много слизи, а потом будет преобладать желудочный сок.

От такой собаки в каждый прием получается около литра сока, следовательно около четырех стаканов. Вот вам образец запасливости организма. Эти собаки, теряя много сока, по литру в день (у них можно взять сок 3—5 раз в неделю), тем не менее отлично себя чувствуют и в питании нисколько не отстают от других собак. И живут они годами; у меня была собака, которая жила восемь лет.

Вернемся, однако, к нашему опыту. За первые пять минут мы ничего не получили, за вторые пять минут выделилось 16 куб. см сока, а за третьи пять минут — 40 куб. см.

Мы сейчас профильтруем полученный сок и начнем исследовать его химически. Вы видите, профильтрованный сок — это абсолютно бесцветная, прозрачная жидкость. А вот в буты-

ночке сок в том виде, в каком он получается в Институте и пускается в продажу.

Вот вам сок, попробуйте его на язык. Имейте в виду, что, прежде чем пустить сок в продажу, с ним проделываются известные процедуры: он около двух суток взбалтывается с животным углем, чтобы отбить у него запах собачины. Кроме того, он прогоняется через фильтры — так называемые шамберленовские свечи, чтобы освободить его от возможных микроорганизмов. Так что это совершенно стерильный сок, в котором нет никаких бактерий. Попробуйте его. На вкус он резко кислый.

Испробуем желудочный сок на лакмус. Видите, синяя бумажка краснеет. Следовательно, реакция резко кислая. Объясняется это тем, что в желудочном соке имеется полупроцентный раствор обыкновенной соляной кислоты.

В следующий раз мы продолжим химическое исследование желудочного сока.



Лекция тринадцатая

ПЕРЕВАРИВАЮЩИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА. — ДЕЙСТВИЕ СОКА НА ФИБРИН И МОЛОКО. — ОПЕРАЦИЯ МАЛЕНЬКОГО ЖЕЛУДОЧКА ПО ГЕЙДЕНГАЙНУ

Приступим к химическому изучению новой жидкости, нового реактива, с которым мы встретились в желудке. Желудочный сок — это, как я вам говорил, жидкость, которую доставляют пепсиновые железы, расположенные главным образом по всей внутренней поверхности дна желудка. Вы видели, что эта жидкость бесцветна, прозрачна, негустая, текучая и резко кислой реакции. Синяя лакмусовая бумажка, как я вчера показал вам, окрашивается ею в красный цвет. Тогда же в дополнение я сказал, что происходит это оттого, что там есть полупроцентный раствор соляной кислоты. Кроме кислоты, в желудочном соке имеется еще ферментное вещество, действующее на белки, — пепсин. Если подвергнуть действию сока твердый свернутый белок, то он начинает расщепляться. Сейчас мы это увидим. У нас имеется особый сорт белка, с которым мы еще не имели случая встречаться, но с которым мы постоянно будем иметь дело. Это один из наиболее податливых белков, взятый из крови, так называемый фибрин. Добывают его из крови следующим образом. Если вы выпустите кровь из кровеносного сосуда и предоставите эту кровь самой себе, то она свернется. Свертывание крови обусловливается тем, что в ней образуется в виде осадка фибрин, который пронизывает ее тонкими волокнами, идущими по всем направлениям. Он захватывает всю массу крови и дает сгусток. Этот сгусток затем отмывается текучей водой под краном от красных кровяных шариков, и таким образом получается фибрин, который и имеется перед нами. Так вот, на этот белок мы и будем действовать желудочным соком.

Наливаем в пробирку желудочного сока и вкладываем кусочек фибрина. Теперь поставим пробирку в термостат при температуре тела, так как ферменты всего лучше действуют при этой нормальной, обычной для них температуре. Мы увидим, что этот белок сперва станет набухать, а потом будет растворяться. Что касается химического характера растворения, то о нем я рассказывать не буду. Скажу только, что в белке происходит ряд последовательных разложений. Из физиологической химии вы со всем этим познакомитесь подробно. Это очень важная глава в учении о пищеварении, но нам нет никакой надобности сейчас углубляться в нее. Я скажу лишь, что различают несколько этапов разложения: первый этап — белок переходит в альбумозы, второй — альбумозы переходят в пептоны и, наконец, третий — из пептонов получаются аминокислоты — вещества, химически хорошо известные и полученные в виде кристаллов. Как же произойдет действие сока на этот кусочек фибрина? Вот видите, прошло только три минуты, и уже он растворился; значит, он распускается очень скоро, скорей, чем сахар в воде. Вы должны представить себе, что точно так же происходит и в желудке.

Чем же обусловливается такое энергичное действие желудочного сока на белки и как происходит это действие? Для этого необходимо соединенное влияние соляной кислоты и пепсина. Это — второй фермент, который мы рассматриваем. Первый был птиалин (в слюне). Но пепсин действует не один, ему требуется помощник — соляная кислота. Каждое из этих веществ в отдельности (пепсин и кислота) не в состоянии развить того же действия, что они оказывают вместе. Как же сделать так, чтобы действовала одна кислота и не действовал фермент? Нужно желудочный сок нагреть до 100°, тогда фермент прекратит навсегда свое действие и кислота будет действовать одна. Сейчас мы получим порцию желудочного сока, в котором фермент будет уничтожен и останется одна лишь кислота. Мы нагревали сок в этой пробирке, фермент разложился, кислота осталась, с ней ничего, конечно, не могло сделаться при этих условиях. Ведь кислота — крепкое химическое тело. Вот у нас кипяченый желудочный сок. Следовательно, желудочный сок без действующего пепсина — раствор соляной кислоты. А как получить один пепсин без соляной кислоты, вы знаете, конечно, из химии: надо прибавлять щелочи до тех пор, пока кислота не станет нейтральной. Вот здесь готовый нейтральный желудочный сок. Сюда была прибавлена сода до полной нейтрализации. Мы испытаем его лакмусовой бумажкой — она совершенно не меняет своего цвета.

Здесь, следовательно, желудочный сок представляет собой нейтральный раствор пепсина. Эти две жидкости мы тоже испытаем в их действии на белок.

Ну, а скажите, когда прибавляется сода, то какое явление произойдет? Шипение, выделение пузырьков газа, как и вообще при реакции соды с кислотой. Это все я говорю для того, чтобы в моем изложении вам не осталось непонятным ни одно слово. Мы возьмем нейтрализованный сок и сок без пепсина. Теперь можно изучить не соединенное действие кислоты и пепсина на белок, а раздельное. Положим такие же кусочки фибрина, как и раньше, в обе жидкости.

Вы уже ознакомились с основным действием на белок желудочного сока, а физиологическая химия дополнит ваши сведения тем, что покажет, как глубоко изменяются белки во время процесса пищеварения. Действие желудочного сока не ограничивается тем, что мы сейчас видели. Я вам покажу сейчас еще действие его, которое па вас, если только вы вдумаетесь, произведет ошеломляющее впечатление. Вы видели, что белок растворяется, распадаясь на мельчайшие частицы, превращается в жидкость. А теперь мы возьмем другую жидкость — молоко и испытаем действие на него желудочного сока. Молоко, между прочим, есть раствор одного белка — казеина, который находится в нем в растворенном состоянии. То, что придает молоку белый цвет, — это жировые капли. Когда я делаю следующий опыт, я имею в виду именно только казеин. Молоко в данном случае есть для нас с вами раствор белка — казеина.

Возьмем в пробирке 10 кубиков молока. Теперь вольем туда один кубик нормального желудочного сока и посмотрим, что из этого получится. Поставим в термостат. Пройдет 1—2 минуты, и мы посмотрим, что там будет. Вот сейчас посмотрим. Как видите, молоко было жидкое, текучее, а теперь я наклоняю пробирку: молоко не льется. Молоко перешло в тягучую массу, приняло киселеобразный вид. Произошло совершенно обратное тому, что мы видели раньше. Там желудочный сок растворял твердый фибрин, а тут, наоборот, желудочный сок перевел белок молока из жидкого состояния в твердое. На вас это должно произвести поражающее впечатление. Правда, вы можете сказать: да здесь нет ничего удивительного; всякий человек знает, что когда молоко скиснет, оно свертывается. Но мы вам покажем, что не кислота желудочного сока проделывает это. У нас имеется желудочный сок сваренный, в котором кислота осталась, а пепсин исчез. Прибавим к молоку (10 куб. см) эту кислоту без ферментного вещества, без пепсина, взболтаем и поставим в термостат.

Теперь мы еще такой опыт сделаем: мы возьмем нейтрализованный сок и попробуем подействовать им на молоко. Вот в эту порцию молока (10 кубиков) мы вливаем один кубик нейтрализованного сока, но с нетронутым ферментом. В той пробирке, где была одна кислота, молоко не свернулось, а в этой, где имеется один фермент, свернулось! Значит, дело не в кислоте.

Оказывается, что желудочный сок без кислоты тоже свертывает молоко. Следовательно, это делает не кислота, а фермент. С одной стороны, фермент заставляет белок отвердевать, с другой — он же заставляет его растворяться. Значит, от ферментных веществ получаются два противоположных действия. Как это понять? В прежнее время, лет 30—40 назад, было высказано Гамарстеном такое мнение, что в желудочном соке находятся два ферментных вещества. Одно — пепсин, а другое — вещество, которое свертывает молоко. Это другое ферментное вещество он назвал химозином. В учении о желудочном соке до последнего времени удерживалась эта теория о двух ферментах. В нем, как я сказал, предполагали два фермента: один — пепсин, другой — химозин. Ну, а зачем происходит свертывание молока, какой в нем смысл — оставалось неизвестным. Для чего разлагается белок под влиянием пепсина, это можно понять, потому что белок должен проникнуть сквозь стенки пищеварительного канала. Затем это разложение может быть полезно для постройки новых тканей и клеток в нашем теле; удобнее ведь, чтобы белок являлся туда на место не в виде больших масс, а мельчайшими частицами, как бы отдельными кирпичиками, из которых строится здание. А для чего свертывается молоко — оставалось неясным. Эта странность, неясность усугублялась еще тем, что молоко свертывается не только у млекопитающих; желудочный сок других животных, например птиц, также свертывает молоко, а у птиц и молока-то никогда не было. Подобные ферменты имеются и в растениях, и они точно так же свертывают молоко.

Итак, имеются специальные реактивы на молоко и у растений и у птиц, а между тем как растения, так и птицы с молоком никогда и не встречались. Это — загадочная вещь, и ключ к пониманию этой загадки дал бывший последнее время начальником нашей Академии проф. Александр Яковлевич Данилевский. Он показал, что фермент, который свертывает молоко, может произвести такое же свертывающее действие и на другие белки. Он получал альбумозы, а когда прибавлял к ним желудочный сок, то они свертывались. Эта странность, непонятность явления, которая имела место раньше, стала поне-

многу разъясняться, исчезать. Тот же А. Я. Данилевский высказал мысль, что это свертывание есть синтетическая реакция, что это есть усложнение (полимеризация) белковой частицы, что это есть обратный процесс действия пепсина. Это ведет, конечно, очень далеко, и я должен вам кое-что прибавить, чтобы вы уяснили себе дело. Это такая важная вещь, что не беда, если я вам скажу теперь и вы потом услышите о том же вторично на лекциях физиологической химии. Реакции сплошь и рядом идут в противоположных направлениях. Возьмите простой пример, газовую смесь, в которой находятся два газа — водород и кислород. Если вы хотите получить воду, то вы должны пропустить через эту смесь электрическую искру и вы будете иметь воду. Если же вы имеете воду и пропустите через нее электрическую искру, то у вас получатся пузырьки газов кислорода и водорода. С одной стороны, вы образуете из составных частей воду, с другой стороны — из воды получаете ее составные части. Реакции идут в двух противоположных направлениях. За последнее время сделался известным анализ белковых веществ; можно сказать, что мы стоим на дороге к их получению. Реакция фермента, как говорят, обратима. Она может итти и синтезом и анализом. Одним и тем же ферментом можно и получить из моносахаридов дисахариды, а можно и наоборот: дисахариды разложить на моносахариды. Чрезвычайно важно именно то, что эти реакции обратимы. Так вот, А. Я. Данилевский высказал мысль, что пепсин есть агент анализа, а химозин — синтеза. Раз эта мысль так подошла к делу, то можно задать вопрос: да верно ли, что тут два фермента, — насколько верен разговор о двух ферментах? Может быть, здесь только один фермент? В одном случае он является агентом синтеза, в другом — анализа. Этот вопрос и был поставлен; теперь имеется масса фактов, говорящих за второе предположение, и я думаю, что нужно склониться к этому мнению. Фермент в одном случае синтезирует, а в другом анализирует. Доказывается это многими опытами, где количественно действие на молоко и действие на белок совершенно одинаковы. Где сильно молокосвертывающее действие, там сильно и второе — действие на белок. То, что получается, лишает доказательств предположение о существовании двух ферментов. Вот как представляется дело. Вы понимаете, однако, что все словесное надо уметь отделить от фактического. Вы несомненно видели только то, что в одном случае фермент растворял, а в другом сгущал. Вы должны теперь твердо знать и помнить, что желудочный сок оказывает два по внешнему виду совершенно различных

действия. Я еще раз повторяю: в одном случае он растворяет, в другом свертывает белки.

Вот пробирки с фибрином. В этих двух пробирках, где в одной имеется одна кислота, а в другой — один пепсин, мы видим, что никакого изменения не произошло. Ясно, что для действия на фибрин желудочного сока нужно соединенное действие кислоты с ферментом.

Ну вот, мы химию желудочного сока почти закончили. Добавлю только, что продукты разложения растворяющегося фибрина (и вообще белка) при большой концентрации их в растворе тормозят растворение новых порций белка.

Итак, вы знаете уже, что при одних химических условиях фермент разлагает, при других складывает. В этом соке, как вы видите, никакой кислоты нет. Им мы и будем действовать на молоко. Вы видите, что молоко быстро свернулось. Это значит, что не кислота свертывает молоко, а фермент.

Кроме фермента действующего на белок, в желудочном соке есть еще ферментное вещество, действующее на жир. Так как, чтобы показать его действие, требуется довольно много времени, то я вам покажу это на другой лекции. Вы запомните только, что вообще существует еще фермент, действующий на жиры.

Нейтрализованный желудочный сок, как вы видели, быстро свернул молоко. Вареный желудочный сок не свернул его еще, да и до конца лекции не свернет. Ясно, что действие исходит от фермента, так как свертывание происходит и без кислоты. Вот вам две реакции: для реакции разложения необходима кислота, для реакции же свертывания кислота не нужна.

Вы видели в прошлый раз способ добывания чистого желудочного сока по методу так называемого мнимого кормления, когда собаку заставляют есть, а пища не попадает в желудок. Но это только одна половина задачи. Мы можем теперь получить чистый желудочный сок, но получить его только при одном условии, а именно — при условии мнимого кормления. Мы видим работу пепсиновых желез только при акте еды. Но очевидно, что работа пищеварения продолжается и в то время, когда пища уже находится в желудке. За этим мы уже следить не можем. Методическая задача решена только отчасти. Вы можете по этому методу получить чистый желудочный сок, но на вопрос, что делается с работой пепсиновых желез, когда пища вводится в желудок, вы ничего ответить не можете.

Дело исследования работы желудочных желез было закончено в несколько этапов. Ученый Тири догадался получить чистый сок из стенки кишек, в которых находятся такие же

микроскопические железы, как и в желудке. И догадался он таким образом: он вырезал из кишки цилиндрик, подвешенный только на брыжейке, через которую происходило его питание, сделал из него мешочек и вшил последний одним отверстием в брюшную стенку, а оставшиеся в брюшной полости стенки другого отверстия кишки сшил между собой. Тогда во время прохождения пищи изолированный кусок кишки выделял сок. Гейденгайн принял тот же принцип, но сделал так: вырезал кусок желудочной стенки в виде ромба (если его развернуть), затем сшил желудок, а из вырезанного куска сшил мешочек, оставив отверстие, которое вшил в отверстие брюшной стенки. Получилось окно, ведущее внутрь этого мешочка. Это было хорошо, да не очень, и вот почему. Посмотрите на желудок. Гейденгайн разрезал желудок поперек, но вот в чем беда: вдоль желудка идет нерв вагус, таким образом он, делая разрез, перерезал этот нерв. Поэтому по такому маленькому желудочку нельзя судить о работе большого желудка — нервная связь между ними порвана. Надо изолировать маленький желудочек совершенно, но так, чтобы нерв остался цел. Надо удержать принцип, но в то же время сделать так, чтобы иннервация происходила правильно. Пришлось эту операцию видоизменить, и теперь это достигнуто следующим образом. Разрез делается вдоль желудка по ходу нерва, и такой разрез, конечно, не повреждает нервные волокна. Теперь вот, как дальше? Ведь в конце концов, для того чтобы отделить маленький желудочек от большого, все-таки придется перерезать нерв, как же обойти это затруднение? Об этом я скажу вам в следующий раз, а вы попробуйте найти решение сами.



Лекция четырнадцатая

ОПЕРАЦИЯ МАЛЕНЬКОГО ЖЕЛУДОЧКА ПО ПАВЛОВУ.— ОТДЕЛЕНИЕ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА НА МЯСО, ХЛЕБ И МОЛОКО.—СОСТАВ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА, ОТДЕЛЯЕМОГО НА РАЗЛИЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Ну, что же, надумали решение? Правда, для решения этого вопроса надо узнать нечто насчет анатомии желудка. Именно то, что нерв желудка, вот этот n. vagus, идет в верхних слоях — серозном и мышечном. Идет почти насквозь — до погружения и разветвления его в слизистой оболочке. Теперь задача заключается в следующем: нам нужно сделать два разреза на желудке и притом так, чтобы совершенно отделить один кусок от другого. Один разрез надо провести вдоль желудка (параллельно ходу n. vagus), и это не представляет никакой трудности. Но как сделать другой разрез, который неизбежно должен итти в поперечном направлении, и сделать так, чтобы не перерезать нерва? Как видно, необходимо этот разрез, эту перегородку устроить не из всех слоев желудка, но из одной только слизистой оболочки, а мышечный и серозный слои должны остаться нетронутыми. Таким образом, с одной стороны, кусок желудочной стенки надо отделить от остального желудка разрезом всех трех слоев, а с другой — только разрезом слизистой оболочки. Так как нерв проходит между мышечной оболочкой и слизистой, то разрез слизистой оболочки можно сделать так, чтобы нерв остался неперерезанным, целым. Делается разрез только слизистой оболочки, и, таким образом, мышечный и серозный слои целиком вместе с нервом переходят на вырезанный кусок (рис. 4).

Вы видите, каким образом была решена эта задача. Вот эта собака с таким именно маленьким желудочком, какой я

описывал (рис. 5). Мы дадим ей есть хлеб и будем замечать, как происходит работа желудочных желез. Будем определять количество желудочного сока, выделяющееся в известные промежутки времени при данной пище. Эти опыты затяжные, делаются часами, а потому опыт надо начать сейчас, чтобы у нас было больше времени.

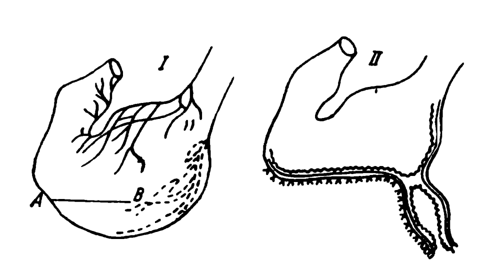


Рис. 4. Схема операции изолированного желудочка.

I — нормальный желудок; *II* — оперированный желудок, с изолированным маленьким желудочком; *AB* — линия разреза.

Я повторю описание операции. Из слизистой оболочки делается перегородка между настоящим желудком и изолированным его участком, дыра в желудке зашивается, а из отделенного куска сшивается мешок, отверстие которого фистулой соединяется с наружным отверстием брюшной стенки. Вы получаете совершенно изолированный кусок желудка, который имеет правильную иннервацию, и его работа является полным

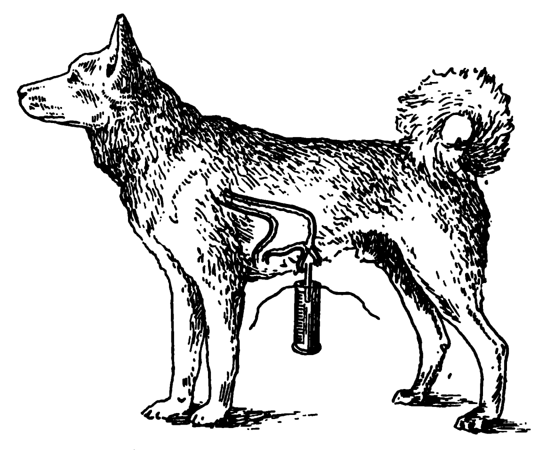


Рис. 5. Собака с изолированным желудочком.

отражением работы той части желудка, которая находится на пути прохождения пищи. Изолированный маленький желудочек дает полное воспроизведение того, что получается в настоящем желудке. Выходит вдвойне хорошо: и сок получается

чистый, и следить можно за работой пепсиновых желез во время нахождения пищи в желудке, причем в маленьком желудке все будет происходить нормально, так как нерв перешел невредимым и на этот кусок. Получается хорошее решение очень трудной задачи: имеется возможность следить с полной отчетливостью за работой пепсиновых желез маленького желудочка.

Прежде всего в работе этих желез мы встречаем то же, что мы видели при слюнных железах: пока пищи нет — нет и работы. Вы видели это на той собаке, которую я показывал вчера; пока не давали собаке есть, сок не выделялся.

Когда мы начали опыт с той собакой — ничего не текло. Теперь, когда собаке дали есть, мы через некоторое время

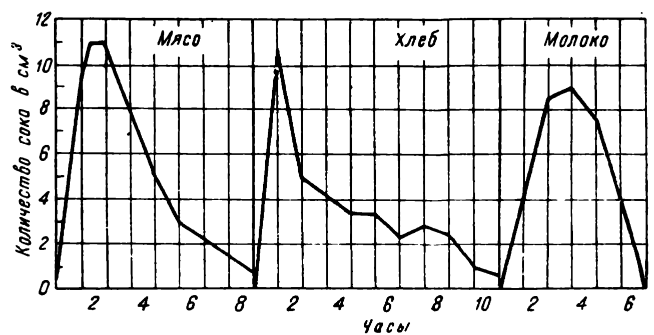


Рис. 6. Ход отделения желудочного сока при еде мяса, хлеба и молока.

увидим падение капель отделяющегося сока. Минут через 7—8 должно начаться отделение. Результаты этого опыта будут записываться на доске. Итак, первый факт тот, что пока пищи нет, желудочные железы не действуют: как только появилась пища — железы начинают работать.

Следующий факт заключается в том, что работа пепсиновых желез оказывается совершенно различной, смотря по тому, с чем имеет дело пищеварительный канал. Так что работа эта не шаблонная, а, так сказать, специализированная. Эта таблица (рис. 6) указывает на приспособление действий пепсиновых желез к той пище, которая дала повод к этим действиям. На этих кривых изображена деятельность пепсиновых желез при различной пище. Здесь кривая отделения сока на мясо, на белковую пищу. Здесь — на хлеб, на углеводную пищу, а здесь — на молоко, содержащее в себе большое количество жира. По этой таблице можно легко ознакомиться с фактом

изменений в отделении сока в зависимости от состава пищи. Я думаю, что вы на лекциях физики достаточно привыкли к таким кривым. Имеются две линии: вертикальная и горизонтальная; на горизонтальной откладываются часы, промежутки времени, а на вертикальной — соответственное количество сока в кубических сантиметрах. Вот здесь отмечен конец первого часа, а линия, приподнятая вот до сих пор, показывает, что к концу первого часа на мясо выделилось такое именно количество сока. Вы видите, что к концу второго часа количество сока при еде мяса осталось тем же самым, как и к концу первого часа, немного только повысилось, к концу же третьего часа точка, обозначающая количество вытекшего сока, сильно понизилась, и т. д. Вы видите, что на хлеб ход работы другой. К концу первого часа линия поднимается приблизительно так же, как и при мясе, но уже к концу второго часа линия быстро понижается, следовательно к этому времени отделение сока происходит гораздо менее интенсивно. Ход отделения желудочного сока при молоке совершенно другой. К концу первого часа отделение было очень малое, к концу второго часа оно поднялось уже на большую высоту, но только к концу третьего часа достигло своего максимума.

Итак, при мясе отделение достигает своего максимума в первый час и держится в продолжение двух часов, при хлебе оно достигает своего максимума тоже в первый час, но затем быстро уменьшается, при молоке же достижение максимума происходит к концу третьего часа. Следовательно, как вы видите, деятельность пепсиновых желез при обработке в желудке различного рода пищи совершенно различна. Вот первое различие, обусловливающее разницу в относительных часовых количествах выделяющегося сока. Второе различие состоит в том, что на разную пищу выливается различное валовое количество сока. Валовое количество сока на каждую пищу выливается в определенном размере, как бы вы ни уравнивали количества пищи — по весу ли, по объему и т. д. Можете уравнять разную пищу по весу — все равно получите различные количества сока; можете взять эквивалентные количества разной пищи по азоту, все равно окажется, что и на одинаковые количества азота получаются различные количества сока. На равные количества разных сортов пищи выливается, повторяю, различное количество желудочного сока, в каком бы виде вы ни уравнивали эти количества пищи.

Теперь еще следующее: сок оказывается резко различного качества в каждом отдельном случае. Качества его касаются как степени кислотности, так и количества пепсина. Вы, надо

думать, знаете, как определяется количество кислоты так называемым нейтрализованием. Чем больше в жидкости кислоты, тем больше для полной нейтрализации приходится прибавлять щелочи, и по количеству щелочи можно судить о кислотности жидкости. Оказывается, что кислотность желудочного сока различна при различной пище. Самой большой кислотности сок отделяется на мясо, самой низкой — на хлеб. Качество сока меняется и по концентрации пепсина. При определении в той или другой порции желудочного сока количества пепсина надо знать, что мы не имеем этого фермента в чистом виде, а следовательно никаким химическим воздействием нельзя его отделить от остальной массы желудочного сока и нельзя его взвесить. Остается эту концентрацию пепсина мерить по его действию. Действие пепсина заключается в растворении белков. Следовательно, о количестве пепсина приходится судить по быстроте растворения белков. Вы видели уже один метод для определения количества пепсина — это переваривание фибрина. Если бы у вас было несколько разных сортов раствора пепсина, то вы могли бы, кладя равные кусочки фибрина в эти растворы и замечая время растворения, определить относительное количество пепсина. Там, где фибрин переваривается быстрее, пепсина больше, в другой порции, в которой фибрин переваривается медленнее, пепсина меньше. Предполагая равенство химических условий среды, вы по быстроте переваривания можете судить о том, в какой порции пепсина много, в какой мало.

Один из простых и самых точных способов определения — это русский способ, способ Метта. Вот в чем он состоит. Берется тоненькая стеклянная трубочка, в эту трубочку нацеживается жидкий яичный белок. Трубочка опускается в кипящую воду, белок свертывается, и получается цилиндрик свернутого белка. Затем делается небольшой надрез напильником и трубочка ломается. Получаются кусочки стеклянной трубочки с яичным белком внутри. Эти кусочки бросают в испытуемые порции желудочного сока. Белок растворяется с открытых концов трубки, и через несколько времени в стеклянной трубочке остается нетронутой определенная часть белкового цилиндрика. Вы берете миллиметровую линейку и измеряете ею, сколько переварилось белка. Линейка разделена на десятые доли миллиметра, и измерения ею производят при помощи лупы. Вот вам совершенно точная мера концентрации пепсина, которую мы определяем по действию пепсина на белки.

В дополнение к сказанному я сейчас упомяну об одном важном законе соотношений. Как показали опыты, количества

пепсина, если вы хотите определить силой действия его количество, относятся не как числа, выражающие величину действия, а как квадраты этих чисел. Положим, что здесь переварилось 2 мм белкового цилиндрика, а там 3 мм. Нужно брать не просто отношение этих чисел, а отношение их квадратов. Если судить по простым отношениям, то надо было бы сказать, что количество пепсина во втором случае в полтора раза больше количества его в первом случае. Но так как надо брать квадраты этих величин, то получается разница уже не в полтора, а более чем в два раза ($2^2=4; 3^2=9; 9:4=2^1/_4$). Еще раз повторяю: если хотите перейти от меры переваривающей способности пепсина к отношению количеств фермента, то надо брать квадраты полученных величин. Таким образом мы легко можем определить в каждом случае, с каким соком имеем мы дело, обладает ли он большой переваривающей способностью или малой. По этому опыту мы можем узнать точное отношение количества пепсина в различных случаях. Пользуясь этой самой мерой, мы убеждаемся, что сок, выделяющийся при еде хлеба, молока и мяса, совершенно различен по концентрации пепсина, причем самый сильный сок, содержащий всего больше пепсина, это сок, выделяющийся при еде хлеба, а самый слабый — при еде молока. Возьму примерные цифры: если сок, вытекающий на хлеб, переваривает 6 мм, а сок, вытекающий на молоко, за это же время переваривает 3 мм, тогда концентрация пепсина в соке на хлеб больше концентрации пепсина в соке на молоко в четыре раза ($6^2:3^2=4:1$). Следовательно, в соке на хлеб содержание пепсина в одинаковых количествах желудочного сока в четыре раза больше, чем в соке на молоко.

Колебания в количестве пепсина, или, иными словами, в концентрации фермента, касаются не только всего валового сока, они дают себя знать и в часовых количествах, так что если вы стали бы определять переваривающую силу сока за каждый час, то вы увидели бы, что у каждого сорта пищи концентрация фермента колеблется по часам совершенно различным и для каждого сорта строго определенным образом. Все это указывает на в высшей степени тонкое соответствие пищеварительной задачи и отделения сока. Концентрация пепсина зависит не только от данного сорта еды, но и от определенного момента времени. Все это касается и всяких других сортов пищи: на каждый из них течет сок различного количества и качества. Вот фундаментальный факт, который мы узнали. На опыте мы с этим фактом познакомимся в несколько дней, так как он требует много времени.

Сегодня мы определим кривую сокоотделения при хлебе. Полученная запись останется, и потом мы сравним ее с другими кривыми — при мясе и молоке.

Теперь возникает очень важный и понятный для вас вопрос, потому что подобный вопрос ставился и при изучении слюнных желез. Каким образом происходит это точное соотношение между видом пищи и концентрацией пепсина? Этот вопрос здесь гораздо сложнее, чем был там при изучении слюнных желез. Его можно разбить на ряд отдельных вопросов.

Первый вопрос: какие составные части пищи и в каких местах пищеварительного канала действуют на пепсиновые железы? Вот первый вопрос. Там, при слюнных железах, просто определяли количество слюны, вводя в рот известную пищу, а здесь вопрос сложнее. Каждая пища вызывает особую работу желез, поэтому надо разложить пищу и узнать, из каких составных частей она состоит. Самый акт пищеварения также очень сложен: сначала пища находится во рту, потом она идет по пищеводу, затем уже попадает в желудок, да и желудок-то состоит из двух частей: из фундальной и пилорической. Ясно, что здесь вопрос придется решать в несколько этапов.

Раньше чем отвечать на эти вопросы, полезно обратить внимание на то, что указанные колебания в сокоотделении имеют, без сомнения, свой определенный смысл, так же, как это было в отношении слюнных желез. Так вот, можно поставить себе еще вопрос: какой смысл в этих количественных и качественных колебаниях в отделении желудочного сока? Полностью этот смысл не уловлен еще, но имеются некоторые указания, которые можно подчеркнуть, выставить на вид. Я возьму отдельный случай. Что желудочный сок, который выделяется на хлеб, мясо и молоко, совершенно различный по концентрации пепсина (самый крепкий — на хлеб, самый слабый — на молоко), это можно понять. Я говорил, что белки имеются в пище в различных видах. Эти разные виды белка отличаются различной устойчивостью по отношению к действию пепсина. Один трудно разлагается, а другой — легко. При этом растительный белок — один из самых крепких, а казеин молока по легкости переваривания примыкает к фибрину крови — переваривается очень быстро. В хлебе самый трудный, самый упорный белок, и для его разложения нужен очень крепкий желудочный сок (в отношении переваривающей силы), в котором много пепсина. А для казеина, напротив, достаточен сок с очень слабой концентрацией пепсина. Таким образом в отношении пепсина легко понять, почему это так происходит.

Дальше следует очень важный вопрос: а какой смысл в колебании кислотности сока? На мясо, например, сок самый кислый. Это тоже можно понять и вот как: в мясе имеется очень много соединительного вещества, а волокна этого вещества всего лучше растворяются в очень кислом соке. Если для растворения некоторых веществ нужен сок определенной кислотности, то такой сок и льется. Теперь мы эту работу желудочных желез изучили и убедились, что она варьирует соответственно роду принятой пищи. Нам остается ответить на вопрос, каким образом это происходит.

Прежде всего возникает следующий вопрос: с каких мест пищеварительного канала идут возбуждения на пепсиновые железы и, затем, что является возбудителем в каждой части пищеварительного канала? Вот задача, которую мы будем сейчас решать. У нас уже есть первый ответ для решения этой задачи. Вы видели, что достаточно пище прикоснуться к полости рта, чтобы привести в деятельное состояние пепсиновые железы.

Первый факт есть, и мы сейчас займемся разбором этого факта. Соприкосновения пищи с полостью рта достаточно, чтобы началась работа пепсиновых желез. Что же было здесь возбудителем для приведения в действие пепсиновых желез: механическое ли действие пищи или здесь действовали химические свойства пищи, а если последние, то какие именно? Вот вопросы, которые надо решить в первую очередь. Мы сейчас будем вводить в рот собаке различные вещества, но не те, что вчера, а другие, и посмотрим, что из этого выйдет. Мы произведем, во-первых, механическое возбуждение полости рта, а затем подействуем различного рода химическими возбудителями.

Так вот, мы начинаем вливать собаке в рот кислоту. Как отнесутся к этому пепсиновые железы? Так как опыт пойдет медленно и я раньше, как через пять минут, не смогу видеть результатов, то, чтобы время не пропадало зря, задавайте вопросы.

Сохраняется ли брыжейка маленького желудочка? — Брыжейка, конечно, сохраняется, иначе не происходило бы питания изолированной части желудка. — Нельзя ли просто прошить желудок и таким образом отделить одну часть желудка от другой? — Если вы прошьете желудок нитками, отделив один мешок от другого совершенно, то вы должны будете захватить и нерв, перервете его и прекратите иннервацию. Если же вы прошьете не плотно, то во второй желудок будет проходить пища, он будет не вполне изолирован. — Что про-

исходит в пищеводе? — Я на этот вопрос сейчас отвечать не буду, так как пищевод будет рассматриваться нами как двигательный аппарат, он из своих стенок никакого сока не выделяет, он покрывается только слизью.

Прошло уже пять минут. Из желудочной фистулы выделилась слизь, но о ней речь будет впереди. Мы будем вливать кислоту в рот собаки минут десять, но сока не увидим и придется сказать, что кислота с ее очень резким химическим действием не действует на пепсиновые железы, хотя она и сильно действует на слюнные железы. Вот теперь уже девять минут прошло, а желудочный сок совершенно не отделяется. Следовательно, можно будет сказать на основании факта, что не всякие химические действия на слизистую оболочку рта ведут к возбуждению пепсиновых желез. Прошло уже 10 минут, и мы теперь уже можем сказать, что кислота не возбуждает деятельности пепсиновых желез. Но вы можете заявить, что кислота — это жидкое вещество. Поэтому мы всыпаем теперь порошковый перец. Как видите, только слизь течет — 1—2 кубика слизи. Ведь желудок всегда, когда он пуст, покрыт слизью, это есть другой продукт секреции слизистой оболочки, и о нем я буду говорить потом. Итак, перец не вызывает отделения желудочного сока. Из этого следует, что пища из полости рта возбуждает деятельность пепсиновых желез своими специальными химическими свойствами.

Много опытов здесь делать невозможно за недостатком времени. Но вот это положение, что пища из полости рта действует только специальными химическими свойствами, это положение делается еще более содержательным при дальнейших опытах с различными пищевыми веществами. Оказывается, что каждое отдельное вещество уже из полости рта действует различно. Если вы будете раздражать рот животного (у которого перерезан пищевод) мясом, то вы получите сок крепкий в отношении кислоты, наиболее богатый кислотой; а если будете раздражать молоком, то получите сок с самой слабой концентрацией пепсина. Химические части мяса действуют так, молока — иначе.

Теперь попробуем действовать на слизистую оболочку полости рта не кислотой и не перцем, а песком. Мы сейчас занимаемся химическими и механическими раздражениями уже 15 минут, а ничего из желудка не течет, кроме слизи. Видите, какая занятная и сложная машина организм, как там каждый орган занят своей определенной работой, как все там приурочено одно к другому, все рассчитано, все утилизировано. Слюна на все выделяется, а желудочный сок не на все. Такая

разница в выделении между слюной и желудочным соком объясняется тем, что во рту нужно отмывать прилипшие частицы, желудочный же сок этой механической работы не исполняет, а следовательно и желудочным железам нет надобности работать. Каждому свое. Вот теперь доходит уже до 20 минут. Мы применяли ряд веществ, из которых последнее — песок; он теребит слизистую оболочку рта и вызывает чисто механическое раздражение, и все же из желудка, кроме слизи, ничего не выделяется.

Теперь мы ответим на вопрос, можно ли пепсиновые железы возбуждать условно, действует ли на них условный рефлекс? Действие пищи, находящейся в полости рта, мы видели, а теперь посмотрим, действует ли пища на расстоянии. Вот сейчас мимо собаки пронесем мясо, но только так, чтобы собака не коснулась мяса. Начинаем резать его на куски перед мордой собаки. Мы действуем теперь мясом на расстоянии, действуем на нос, на глаза, на уши (тут и звуки разные происходят — шлепанье мяса — и это, конечно, также действует). Берем колбасу. Стараясь усилить интенсивность возбуждения, мы взяли колбасу, которая пахнет сильнее, чем мясо. Теперь прошло уже пять минут, и через три-четыре минуты начнется выделение сока. Как бы собаку ни раздражали, раньше пяти минут сок не потечет; очевидно, и в этом есть определенный смысл. Наверно, поверхность желудка уже вся кислая, а сок еще не течет. Прошло еще три минуты, и сок начал течь.

Итак, на этой собаке вы видите, что можно возбудить деятельность пепсиновых желез пищевыми веществами и без соприкосновения их с полостью рта. Сок, конечно, крепкий, кислый. Испытав лакмусовой бумажкой, убеждаемся, что он кислый. Он очень кислый, и его много, хотя все-таки условный раздражитель слабее действует, чем непосредственное соприкосновение пищи с полостью рта.

Это есть условный рефлекс. Смотрите, сколько наливается совершенно чистого сока. Итак, мы знакомимся с отдельными моментами, в которые возбуждается деятельность пепсиновых желез, и с местом, в котором возбуждения эти берут начало.

Но пойдем дальше. Мы знаем, что пища действует на нос и глаза собаки и приводит в работу пепсиновые железы, знаем, что реакция происходит еще сильнее, когда пища соприкасается с полостью рта. Но вы понимаете, что раздражение это действует временно — кончилась пища, ушла через пищевод, и начинается другой период, период обработки пищи в желудке. Мы можем себе задать вопрос: хватит ли раздражений, которые происходят при действии пищи на расстоянии

и во время нахождения пищи во рту, хватит ли их для всего дальнейшего пищеварения или нет? Конечно, нехватит, а следовательно пища, попадающая в желудок, должна возбуждать деятельность пепсиновых желез и иными путями.

Мы переходим теперь к вопросу: возбуждает ли пища эту деятельность механическим путем? В прежнее время полагали, что простое механическое воздействие на слизистую оболочку желудка ведет к отделению желудочного сока. Но вы убедитесь, что это не так. Сейчас мы попытаемся вызвать работу пепсиновых желез механическим раздражением.

Мы будем раздражать слизистую оболочку желудка бородкой гусиного пера. Что это раздражение сильно действует на слизистую оболочку, видно из того, что из желудка начинает усиленно выделяться слизь. Потом будем раздражать слизистую стеклянной палочкой, и вы увидите, что никакого отделения желудочного сока не произойдет. Реакция слизистой оболочки желудка щелочная, если пепсиновые железы вовсе не работали. Вы можете поставить опыт так, что собака до этого была голодна и выделения сока у нее нет. Вы теребите слизистую оболочку желудка полчаса, час, но это никакого действия на нее не произведет, и реакция будет попрежнему щелочная. Посмотрим, как подействовало сейчас механическое раздражение. За пять минут у нас вытекло раньше 9 кубиков. Теперь же количество вытекающего сока не только уменьшилось, но истечение его даже прекратилось вовсе. Не мешает этот опыт повторить два раза, потому что упорно держится среди физиологов предрассудок, будто механическое раздражение способно вызвать отделение желудочного сока. В прежнее время не знали об условном рефлексе, не знали, что вид и запах мяса могут возбуждать деятельность пепсиновых желез, и опыт делали так: профессор теребил палочкой слизистую оболочку, а служитель тут же приготавливал для собаки мясо, еду; отделение сока под влиянием условного рефлекса принимали за результат механического раздражения.



Лекция пятнадцатая

ХИМИЧЕСКИЕ ВОЗБУДИТЕЛИ РАБОТЫ ПЕПСИНОВЫХ ЖЕЛЕЗ

На прошлой лекции мы остановились на вопросе, возбуждается ли деятельность пепсиновых желез пищевыми веществами после оставления ими полости рта. Отделение желудочного сока, вызванное актом еды, продолжается, как я уже сказал, самое большее полтора часа. На кривых же (см. рис. 6) видно, что отделение сока, когда пища попадает в желудок, продолжается гораздо дольше — 6—8—10 часов и более. Как же идет отделение сока дальше? Очевидно, имеются другие источники возбуждения пепсиновых желез, которые находятся уже не в полости рта, и наша задача сводится к тому, чтобы отыскать эти возбудители. Так как пища направляется из полости рта в желудок и остается там довольно продолжительное время, то естественно считать, что эти раздражения происходят в самом желудке. Как же пища может действовать на возбуждение деятельности пепсиновых желез? Конечно, или механическим путем, или же химически, своими составными частями. Какое же из этих предположений верно? Из того опыта, который я вам показывал вчера, когда производил механическое раздражение слизистой оболочки желудка стеклянной палочкой и бородкой гусиного пера, можно было видеть, что на механическое возбуждение возлагать особых надежд нельзя. Мы сейчас повторим этот опыт, но будем производить его более продолжительное время. А между тем поставим и другой опыт с химическим раздражением пепсиновых желез жидкостью, о которой я вам скажу после.

У этой собаки часть желудка совершенно изолирована от остального желудка так, как я вам описывал (см. рис. 5). Так вот, этой собаке, у которой целый час не было никакого отделения, у которой даже реакция стенок желудка щелоч-

ния, через зонд, минуя полость рта, вливается в желудок эта жидкость. Зонд — довольно плотная каучуковая трубка с толстыми стенками. При помощи желудочного зонда и у человека можно доставать то, что нужно, из желудка или вводить туда различные вещества. Как видите, желудочным зондом вводится в желудок жидкость, без соприкосновения ее с полостью рта. Следовательно, мы ввели некоторую жидкость прямо в желудок. Теперь посмотрим, что будет дальше. До сих пор там никакого отделения желудочного сока не было, пепсиновые железы находились в покое.

Рядом, на другой собаке мы будем производить механическое раздражение. Эта собака с дырой в стенке желудка — с желудочной фистулой и с перерезанным пищеводом. На ней мы поставим длительный опыт на $^3/_4$ часа. У нее происходит сейчас условное возбуждение желез и отделение желудочного сока по условному рефлексу. Мы раз уже кормили эту собаку здесь в этой же обстановке, и теперь обстановка действует как условный раздражитель. Когда эту собаку привели сюда, ее желудок был пуст. Нужно перебить это условное отделение сока, и потому мы вольем в рот собаке кислоту. Вот видите, это для вас хороший пример того, до какой степени нужно принимать во внимание все обстоятельства и до какой степени могут сбить с толку условные рефлексы. Если не обратить на такие обстоятельства внимания и начать производить какой-либо другой опыт, то можно притти к совершенно ложным выводам. Приступаем к механическому раздражению желудка — берем наши инструменты и начинаем теребить слизистую оболочку. Пока идет еще отделение сока под влиянием условного рефлекса. Конечно, в этом отношении все должно быть принято во внимание. Например, если собаку не кормили вчера, то понятно, что пищеварительные центры будут находиться в возбужденном состоянии и очень легко может быть вызвана работа пепсиновых желез. Во всяком случае, мы будем вести опыт, принимая в расчет, что при начале его происходило выделение сока. Мы приняли меры к уничтожению прежнего выделения сока и теперь начнем механическое раздражение. Посмотрим, куда пойдет кривая отделения, — вверх или вниз, будет ли количество вытекающего сока увеличиваться или уменьшаться. Мы увидим, что отделение будет уменьшаться и к концу лекции может совершенно прекратиться; может быть, даже получится щелочная реакция в желудке. Мы применим следующие механические раздражители: стеклянную палочку, которой можно производить довольно энергичное раздражение, и гусиное перо, которое хотя и

раздражает слабее, но зато захватывает большую поверхность.

Итак, у нас пущено в ход два опыта: здесь, на одной собаке, мы пробуем механические раздражения, а здесь, на другой собаке, — химические. Что у нас получится — увидим в конце опыта. Теперь же я буду продолжать свое изложение.

Как мы видели, механическое раздражение сверх ожидания оказывается недействительным в отношении возбуждения работы пепсиновых желез. Сколько бы вы ни раздражали, ни теребили слизистую желудка, вы ни одной капли сока не получите. Наоборот, по мере того, как вы теребите, работа пепсиновых желез будет постепенно уменьшаться и в конце концов окончательно прекратится.

Между тем опыт с химическим раздражением даст резкий положительный результат, т. е. с введением взятого нами раствора в желудок сейчас же начнет возбуждаться деятельность пепсиновых желез. Через четверть часа приблизительно от начала вливания появится первая капля, а потом уже пойдет более интенсивное отделение. Важно то, что механическое возбуждение не обусловливает работы пепсиновых желез, химическое же раздражение, — вот та влитая нами в желудок жидкость, — является очень сильным возбудителем. Жидкость эта есть раствор либиховского экстракта. Если вы возьмете мясо и выжмете из него сок, то выпариванием из него воды и сгущением его получите либиховский экстракт. Раствор его мы, минуя полость рта, влили в желудок, значит ввели туда растворенные части мяса. Мы нашли уже один химический возбудитель. Этот возбудитель, с которым мы отчасти познакомились, действует уже не из полости рта, а в самом желудке. Он, как вы увидите, очень энергичен, так что вы получите почти такое же обильное отделение желудочного сока, как и при соприкосновении пищи с полостью рта.

В растворе либиховского экстракта, как уже сказано, находятся растворенные в воде составные части мяса. Природа их еще окончательно не выяснена, так как в экстракте слишком много составных частей, — это очень сложная смесь. Над ним много возятся и все открывают новые вещества — то одно, то другое, но так как их очень много, то мы пока не знаем даже, какие именно из этих веществ являются химическими возбудителями.

Вернемся к нашему опыту. Вот уже начинается отделение сока. Берем первую его каплю на синюю лакмусовую бумажку и получаем на ней красное пятно. Начинают уже, следовательно, отделяться капли кислого желудочного сока.

Кроме указанного, имеются еще другие химические раздражители. Один из самых обыкновенных, хотя и очень слабый возбудитель, — вода, а затем имеется ряд веществ, которые занимают середину между этими двумя крайностями: между самым сильным возбудителем — либиховским экстрактом и самым слабым — водой. Например, порядочными возбудителями являются различные мыла, которые получаются в пищеварительном канале. Постоянной пищей являются жиры, состоящие из алкоголя (глицерина) и жирных кислот. Жирные кислоты, встречая в кишечнике щелочь, образуют мыла (пальмитиновокислый натрий, олеиновокислый натрий и стеариновокислый натрий). Значит, это есть вещества, которые образуются в самом пищеварительном канале. Точно так же есть указания на возбудительную способность ряда других веществ. Эти вещества, находясь вместе с пищей в желудке, и возбуждают работу пепсиновых желез, заставляя их выливать желудочный сок на пищу. Следовательно, эти вещества вполне обеспечивают деятельность пепсиновых желез, и пока они находятся в желудке, на массу пищи все время льется сок. Вот вам могущественные и вполне достаточные возбудители, добавочные к возбудителям, действующим на пепсиновые железы во время нахождения пищи в полости рта.

Вот здесь зато, в опыте с механическим раздражением, уже гораздо меньше выделяется сока, и возможно, что к концу лекции мы будем иметь щелочную реакцию. Это надо, конечно, понимать не как задерживание механическим раздражением деятельности пепсиновых желез; просто за отсутствием возбудителя работа пепсиновых желез постепенно прекращается, механическое же раздражение само по себе не возбуждает и не прекращает этой работы.

Теперь возникает очень интересный и важный вопрос: с какой именно части пищеварительного канала действуют эти химические возбуждения на желудочные железы? Когда пища попадает в желудок, в его фундальный и пилорический отделы, то она частью остается в обеих частях желудка, а частью переходит в кишки. Следовательно, можно спросить: с какого же пункта пищеварительного канала происходит это возбуждение — из желудка или из кишек? Мы можем доказать, что из желудка. Мы можем прекратить переход пищевой кашицы из желудка в кишки, но и тогда в желудке будет происходить отделение желудочного сока.

Можно даже устроить следующее. Вскрыв брюшную полость, сделать дыру в желудке и в каком угодно месте кишки и получить соединение между этими отверстиями, нормальное

же сообщение кишки с желудком зашить. Следовательно, нормальное отверстие желудка перестанет функционировать. Это называется внутренний гастроэнтеростомоз. Вы соединяете желудок с любым местом кишки, и пища идет по другому пути. Это делается и у людей тогда, когда нормальное отверстие закрыто, нормальный выход из желудка становится невозможным, например при некоторых злокачественных опухолях. Этой операцией можно в иных случаях спасти человека, причем пища будет проходить из желудка в кишку сквозь искусственное отверстие. Вы можете еще сделать и так: проделав отверстие в желудке и отверстие в двенадцатиперстной кишке, фистулами соединить эти отверстия с брюшными отверстиями. Таким образом вы получите наружу два отверстия, через которые можно проникнуть и в кишку и в желудок. Вы можете затем соединить эти два отверстия каучуковой трубкой, и у вас получится наружный гастроэнтеростомоз.

Ну вот, здесь теперь началось интенсивное отделение сока. Вот прежняя щелочная жидкость, лакмусовая бумажка — синяя, а вот новая, кислая жидкость, лакмусовая бумажка — красная.

Мы можем, следовательно, разъединить внутреннее сообщение желудка с кишкой и сделать при этом фистулы желудка и кишки. Теперь пища будет выходить наружу из желудка, а если мы обе фистулы соединим трубкой, то пища из желудка по трубке пойдет в кишку. Таким образом мы можем совершенно отделить желудок от кишек, но все-таки отделение желудочного сока будет происходить. Нет никакого сомнения в том, что в этом случае пепсиновые железы возбуждение получают от самого желудка. Так надо было ожидать и так происходит на самом деле.

Дальше поднимается такой вопрос: действуют ли химические раздражители со всей поверхности желудка, или же их действие приурочено к специальным отделам желудка? Для решения этого вопроса необходимо видоизменить операцию. Оказывается, что если вы отделите пилорус от фундуса, а не весь желудок от кишки, и если вы введете этот же раствор либиховского экстракта в фундальную часть, то вы никакого отделения желудочного сока не получите. Если же вольете его в пилорическую часть, то отделение пойдет сильно. Такой факт показывает, что химические раздражения действуют не со всей поверхности желудка, а только с его пилорической части.

Ну, теперь посмотрим, какая реакция сока у собаки, которой производится механическое раздражение. Все еще кислая.

За последние пять минут выделилось 0.5 куб. см. Стало быть, отделение не только не увеличилось от механического раздражения, а, наоборот, — уменьшилось. Ну, а скажите, как идет отделение при действии либиховского экстракта? За первую четверть часа вытекла 1 капля, за вторую — 1.8 куб. см, за третью — 3 куб. см. Вы видите совершенное отсутствие действия механического раздражения и полную силу химического.





Лекция шестнадцатая

ДЕЙСТВИЕ ЖИРА НА РАБОТУ ПЕПСИНОВЫХ ЖЕЛЕЗ. — МЫЛА КАК ВОЗБУДИТЕЛИ СОКООТДЕЛЕНИЯ. — ЗНАЧЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ СОКА. — ИННЕРВАЦИЯ ФУНДАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗ

На этой собаке мы на прошлой неделе ставили опыт, чтобы ознакомиться с ходом отделения желудочного сока при еде хлеба. Теперь мы повторим такой же опыт, но с другой пищей, и посмотрим, как пойдет отделение при мясе. Начнем опыт. У собаки наблюдается сейчас полный покой пепсиновых желез. Даем ей приблизительно полфунта мяса. Пока начнется отделение сока, я напомню результаты вчерашнего опыта на этой же собаке — введения в желудок через зонд 200 куб. см 5%-го водного раствора либиховского экстракта: за первую четверть часа после введения вытекла 1 капля, за вторую — 1.8 куб. см, за третью — 3 куб. см. Как видите, было очень обильное отделение, почти такое же, как и при хлебе — там было 3.2 куб. см. Так вот, это результаты вчерашнего опыта.

Вместе с тем мы сейчас проделаем еще опыт на другой собаке. Эта собака тоже с изолированным желудочком. У нее теперь абсолютный покой пепсиновых желез. Мы зондом вольем этой собаке в желудок жир — растительное масло. Опыт начинаем с того, что вводим 50 куб. см подсолнечного масла. А через 15 минут мы дадим ей съесть мяса. Посмотрим, что из этого выйдет. Дальше я объясню вам, что это за опыт и к чему он ставится. Теперь же возвращаемся к систематическому изложению.

Я указал уже вам на ряд веществ, которые являются химическими возбудителями пепсиновых желез. Тут мы на первом месте поставили либиховский экстракт, на конце же — воду. А сегодня я покажу вам, что происходит при введении в желудок мыла. Вы увидите, что сок начнет отделяться. Следова-

тельно, мыло является возбудителем. Но есть еще ряд таких возбудителей. Когда желудочный сок действует на белок, то он сначала растворяет его, а потом разлагает. Образуется длинный ряд веществ, получающихся при разложении. Эти вещества можно назвать продуктами переваривания белка. Оказывается, что не сами белки, а продукты переваривания их являются раздражителями, возбудителями деятельности пепсиновых желез. Эти продукты переваривания получаются из белков под влиянием действия желудочного сока. Вы видите, как эта деятельность обставлена: сначала пища попадает в рот и из полости рта вызывает отделение желудочного сока; затем в желудке белки разлагаются соком, а продукты их разложения действуют уже сами как возбудители.

Повторим еще раз то, что мы до сих пор видели относительно деятельности пепсиновых желез. Во-первых, действие пищи на пепсиновые железы на расстоянии. Вы помните ту собаку, которой мы показывали колбасу и мясо? Там действовал условный рефлекс. Еще более возбуждающим образом действовало соприкосновение пищи с полостью рта, и, наконец, вчера и сегодня вы видите раздражение, действующее из самого желудка. Но этим еще не все исчерпано: я говорил вам о том веществе, которое мы сейчас ввели. Это жировое вещество, которое не возбуждает деятельности пепсиновых желез, но и не является индифферентным, а задерживает эту деятельность. Итак, есть фактор, задерживающий деятельность пепсиновых желез; если эта деятельность возбуждена, то ее можно остановить введением жира. Тут опыт идет так: мы ввели жир, а потом дадим есть мясо, и вы увидите, что сока или вовсе не потечет, или потечет очень мало. Вы, следовательно, увидите, что жиры задерживают деятельность пепсиновых желез. Можно было бы ждать большого отделения сока от действия мяса, но мы его не увидим, потому что рядом с сильным возбудителем — мясом — введен задерживающий фактор — жир. Вы можете поставить другого рода опыт. Вы можете сначала дать мясо, а потом уже ввести жир, и тогда начавшееся было выделение сока скоро прекратится. Интересна дальше еще одна подробность — жир действует с поверхности кишек, а не желудка. Если у собаки желудок отделен от кишек, а сообщение происходит наружной дугой через соединенные резиновой трубкой фистулы желудка и кишки, и если вы введете в желудок и мясо, и жир, то отделение сока будет происходить нормально. Можно было бы представить себе по первому опыту, что жир обволакивает мясо и не дает ему таким образом возможности действовать

на пепсиновые железы. Такое представление может притти в голову, но оно, однако, неверно, потому что если мы не пропустим жира в кишку, то отделение, как уже сказано, будет происходить нормально. Следовательно, жир есть действительно задерживающий фактор, действующий с поверхности кишек.

Еще раз повторяю: первый возбудитель работы пепсиновых желез — действие пищи на расстоянии, второй — при соприкосновении пищи с полостью рта, затем идут различные химические действия со слизистой оболочки пилорической части и, наконец, задерживающее действие жира из двенадцатиперстной кишки.

Так вот, когда мы с вами разобрали эти раздражители и места, с которых они действуют, то возникает вопрос: как можно догадаться, зачем действуют эти раздражители; зачем, почему они действуют с различных мест, а не с одного, и почему они совершенно различно действуют при различной пище (при хлебе, мясе и т. д.)? Вы можете, например, меня спросить: почему жир является задерживающим фактором? Зачем это? В этом отношении вы должны укрепиться на такой мысли: пищеварение — большое дело, здесь происходит ряд последовательных, сложных, химических процедур. Понятно, что процессы, происходящие в каждой отдельной камере, должны быть согласованы между собой. Обработка жира происходит главным образом в кишках, и вот этой-то химической обработке препятствует желудочный сок, если он попадает в кишки, потому что фермент, который обрабатывает жир, не выносит кислоты. А потому при введении жира желудочный сок не выделяется. Желудок не выделяет желудочного сока, когда должна происходить в кишках обработка жира.

Теперь мы можем попробовать понять всю работу пепсиновых желез. Валовая работа и есть результат всех этих раздражений, действующих из разных мест. Возьмем, положим, отделение на хлеб, которое вы видели. Вы помните его характерный ход: в первый час — очень большое выделение, а потом начинается падение. Очень большое, сильное отделение за первый час и резкое падение в последующие — почему это происходит, чем обусловливается? На счет чего вы отнесли бы первое, т. е. сильное выделение в первый час? Да, конечно, оно вызывается соприкосновением пищи с полостью рта. Следовательно, первое, сильное отделение желудочного сока при хлебе возбуждается соприкосновением пищи с полостью рта. Во второй час выделение резко падает. Что же это значит, как это понять? Ведь во второй час можно было бы ожидать действия

химических возбудителей? Мы уже разобрали, что в желудке действуют только химические, а не механические раздражения, следовательно хлеб механически действовать не мог. Теперь вопрос: совпадает ли то, что вы знаете, с тем, что во второй час гораздо меньше выделилось сока, чем в первый? Очевидно, что хлеб — экстрактивные его вещества и продукты переваривания его белков — очень маленький химический возбудитель. Крахмал тоже не возбудитель пепсиновых желез. Естественно, что когда нет химического раздражения, то нет и выделения сока. Однако небольшое раздражение есть все-таки. Откуда же оно? Оно происходит при переваривании белков. Я вам уже говорил, что продукты переваривания — это средний химический возбудитель. Вы видите, следовательно, какая здесь интересная связь. Этот первый сок, получающийся при соприкосновении с полостью рта, получил совершенно правильно название запального сока. Хлеб прежде всего действует как раздражитель из полости рта и вызывает большое отделение сока в первый час. Затем отделение сильно падает, потому что готовых сильных химических раздражителей нет, они должны образоваться за счет выделившегося раньше сока.

Я сделаю маленький перерыв в изложении, чтобы объяснить вам опыт, который мы сейчас будем проводить.

У этой собаки отделена пилорическая часть и устроен гастроэнтеростомоз. В изолированную привратниковую часть мы будем вводить испытуемые вещества. Кроме того, у собаки имеется фистула в фундальную часть желудка. Мы введем в полость привратниковой части мыло и увидим, что, во-первых, это есть раздражитель желудочного сокоотделения и, во-вторых, что он действует именно из пилорической части желудка.

Вы до некоторой степени сами участвовали в разрешении вопроса о работе пепсиновых желез при хлебе. Я сейчас поставлю еще несколько вопросов. Как вы думаете, что произойдет, если я хлеб незаметно для собаки вложу через желудочную фистулу в желудок при совершенно недеятельных, спокойных железах? Произойдет, понятно, вот что. Хлеб пролежит и час и два, а отделения сока не будет. А если я таким же совершенно способом вложу мясо? Произойдет отделение сока, получится то же самое, что и при введении либиховского экстракта. Мясо само по себе сильный раздражитель, а хлеб — нет. Однако если вместе с хлебом ввести воды, то прибавится раздражитель, который приведет в действие пепсиновые железы и даст начало запальному соку. Хоть вода и слабый, а все-таки возбудитель; она обусловит первую порцию желудочного

сока, а эта порция разложит хлебный белок, и уже продукты разложения белка будут сами действовать как дальнейшие возбудители сокоотделения. В этом случае, значит, выручит вода. Либиховский экстракт не всегда можно достать, а вода более или менее всегда доступна. В связи с этим получает большое значение возбуждение из полости рта. Этот рефлекс пепсиновых желез несколько особенный. Особенный в том отношении, что на него влияет ряд условий, которые на рефлекс, например слюнных желез, не имеют никакого действия. Так, больному человеку, для того чтобы у него потекла слюна, можно ввести в рот и кислоту, и другие вещества — слюна потечет. А рефлекс пепсиновых желез зависит от состояния человека — болен он или здоров. И тогда вода может иметь решающее значение: если я, например, буду есть хлеб без всякого аппетита, а это, как вам известно, приведет к тому, что первого возбудителя из полости рта не будет, запального сока не получится, тогда может выручить вода: надо выпить воды. Так что относительно этого рефлекса на желудочные железы имейте в виду, что он более ограничен, чем рефлекс слюнных желез. Природа сама запасла на этот случай воду: вы съели, например, сухарь без аппетита, но этот сухарь непременно вызовет выделение слюны, и таким образом дело пищеварения будет более или менее обеспечено. Вот еще лишний случай, показывающий, что слюна может действовать как вода.

Теперь пойдем дальше. Мы поняли отчасти из работы этих элементов, действующих с различных пунктов, работу пепсиновых желез при хлебе и мясе. Теперь рассмотрим случай с молоком. Там ход отделения такой: сперва слабое отделение, во втором часу немного больше, и только в третьем часу отделение достигает максимума. На таблице (см. рис. 6) все это отлично видно. Вот хлеб — сперва быстрое повышение сокоотделения под влиянием возбуждения от соприкосновения пищи с полостью рта, затем быстрое падение за неимением сильных химических возбудителей. Вот мясо — сначала быстрое повышение, потом опять некоторое повышение под влиянием химических раздражителей, к концу второго часа максимум, и потом уже падение. А вот молоко. Здесь уже совершенно особенное отношение. Как же это понять? Вот тут-то и играет роль действие жира. Ведь молоко — жировая эмульсия, следовательно молоко — жирная пища; очевидно, жир-то и задерживает отделение сока и действие происходит постепенно. Вот почему благоприятные условия для работы пепсиновых желез складываются только к третьему часу, когда жиры

успеют уже разложиться. Что это так — легко показать, нужно только отделить из молока жир. Тогда наибольшая работа и на молоко будет происходить в первый час. А обычно наибольшая работа происходит тогда, когда разложится жир. Часть молока успевает пройти в кишечник в жидком виде, так как свертывание в желудке наступает не сразу. А затем тот жир, который остается в желудке, в связи с тем, что там тоже есть жировой фермент, который действует довольно быстро, удаляется и оттуда и из кишек.

Вот теперь вы видите на той собаке, как происходит сокоотделение при мыле. В опыте с действием мыла из привратниковой части выделилось уже 12 куб. см. Ведь это из всего желудка, потому и выделилось гораздо больше, чем в опытах с маленьким желудочком. А в опыте с мясом и жиром за первую четверть часа выделилось 0.4 куб. см, а за вторую уже только 0.1 куб. см. Вот что значит действие жира: началось было выделение от мяса, но из-за жира оно сразу уменьшилось.

Жирную пищу может переваривать только вполне здоровый желудок. Доктор и должен все это учитывать и не давать жирной пищи, когда выделение желудочного сока у больного и так мало. С другой стороны, когда имеется избыток желудочного сока, в этом случае жир будет кстати. Следовательно, из физиологических условий будет вытекать и ваше отношение в разных случаях к различным больным.

Желудочный сок имеет еще одно назначение. Вы понимаете, что необходимо, чтобы в пищеварительном канале не происходила порча пищи. Процесс гниения есть работа микроорганизмов. И вот оказывается, что важнейшим препятствием для размножения, для жизни этих микроорганизмов в пищеварительном канале до баугиниевой заслонки является кислота желудочного сока: она убивает микроорганизмы. В пищеварительном канале имеется ряд факторов, действующих против бактерий, но одним из самых важных является кислотность желудочного сока.

Возникает естественный вопрос: почему желудочный сок не действует на стенки желудка? Сначала думали, что внутренняя поверхность желудка покрывается слизью, которая защищает его от переваривания, потом думали, что этому препятствует щелочная реакция ткани. В последнее время выдвинуто мнение, что в самой ткани слизистой оболочки желудка и кишек имеется так называемый антипепсин, который обезвреживает действие пепсина. Это, может быть, одна из самых существенных причин непереваривания стенки желудка его собственным соком во время пищеварения.

Итак, в кишки попадает уже стерилизованная пища. Надо так понимать, что пища в желудке подвергается как бы стерилизации, а затем и в кишках имеются вещества, вредные для микроорганизмов. Факт тот, что мясо, которое на воздухе сгнило бы очень быстро, в организме во влажном состоянии и при температуре 37° доходит до баугиниевой заслонки без всяких признаков гниения.

Теперь вернемся к опыту с жиром. Мы ввели собаке в желудок жир с мясом. Жир прекратил выделение желудочного сока, при котором переваривалось мясо, прекратил для того, чтобы самому иметь возможность перевариваться в кишках в щелочной среде. Но затем начнется и обработка мяса уже при помощи жира: при разложении жира образуется мыло, которое, являясь возбудителем деятельности пепсиновых желез, вызовет отделение желудочного сока. Вы видите, какая здесь интересная последовательность явлений. Заметьте также, что при жирной пище наблюдается факт постоянного забрасывания содержимого кишек в желудок, благодаря чему мыла начинают действовать из пилорической части желудка. Прямого, точного доказательства, что мыла действуют из кишек, нет, но вот это точный факт: мыла действуют из пилорической части желудка, вызывая секрецию сока. Потом вы узнаете, что другие жидкости, другие ферменты переваривают белки в кишках.

Мне кажется, что вы вошли теперь в суть дела и представляете себе огромное значение всех этих приспособлений.

Теперь остается один вопрос в систематическом изложении. Я вам говорил раньше о тормозах и возбудителях желудочного сокоотделения и о местах, с которых эти раздражители действуют, — внешний мир, полость рта, пилорическая часть желудка и кишки. Но у нас остается незатронутым еще один вопрос. Каким образом действуют все эти раздражения на пепсиновые железы, как эти раздражения достигают пепсиновых желез с тех мест, где начинаются эти раздражения? Вопрос в целом довольно сложный и еще полностью не разрешенный; только в одной части имеется ясность — это в отношении того, каким образом раздражения передаются пепсиновым железам, при действии пищи на расстоянии и при еде пищи. Дело в общем разрешается просто: когда мясо или колбаса находится перед собакой и этим вызывается отделение желудочного сока, то возбуждение передается по нервам: пища действует на концы глазного и носового нервов. То же самое, когда пища действует на пепсиновые железы из полости рта. И в данном случае ясно, что, кроме действия через нервы, ничего другого нельзя вообразить: происходит раздражение

нервных окончаний полости рта; по центростремительным нервам оно переходит в центральную нервную систему и уже оттуда передается на пепсиновые железы. В обоих случаях ничего не остается предположить кроме того, что здесь происходит нервная связь. Надо сказать, что эти факты о возбуждении пепсиновых желез пищей из полости рта и на расстоянии еще не были известны 20 лет назад. Было даже сомнение, существуют ли нервы, управляющие пепсиновыми железами. Нужно было еще отыскать те нервы, по которым раздражения доходят до пепсиновых желез. Они скоро и были найдены. Секреторные нервы, которые управляют деятельностью пепсиновых желез, находятся в n. vagus, т. е. в блуждающем нерве. Он идет по обеим сторонам дыхательного горла, потом расходится в теле и оплетает десятки органов. Так вот, в этом-то блуждающем нерве и находятся секреторные нервы пепсиновых желез. Я не буду производить здесь опыта, показывающего, что действительно n. vagus есть секреторный нерв пепсиновых желез, но расскажу, как этот опыт делается. Если собаке с перерезанным пищеводом и с желудочной фистулой перерезать оба вагуса, то мнимое кормление не даст никакого отделения желудочного сока. Следовательно, именно в блуждающем нерве и находятся секреторные нервы пепсиновых желез. Пока знайте, что действие на расстоянии и при соприкосновении пищи с полостью рта есть рефлекс, передающийся по нервам. Раздражение передается вообще по центростремительным нервам из полости рта. Не подлежит сомнению, что блуждающий нерв передает раздражения к пепсиновым железам. Одна собака с перерезанными вагусами прожила 1 год 7 месяцев. Она была и бодрая, и сильная, и все-таки совершенно нельзя было возбудить у нее деятельность пепсиновых желез мнимым кормлением.

Напрашивается, понятно, следующий вопрос. Можно ли, раздражая вагус, получить отделение желудочного сока? Перерезка показывает, что именно в блуждающем нерве находятся секреторные волокна пепсиновых желез, но можно, и раздражая блуждающий нерв, получить выделение желудочного сока. Однако этот опыт очень труден, до такой степени труден, что долгое время на основании неудачных опытов и думали, что в блуждающем нерве нет секреторных волокон для пепсиновых желез. Многие исследователи, и очень крупные, раздражали этот нерв, но ничего не получалось. Когда же узнали перерезкой, что именно в вагусе имеется секреторный нерв, то тогда этот опыт проделали с большей настойчивостью и получили отделение сока. В чем же заключалось затрудне-

ние? Вся причина, надо думать, заключалась в следующем. Нерв действует на органы двояко. Одними волокнами он возбуждает деятельность данного органа, а другими — тормозит эту деятельность. Таким образом к органу имеется два привода: один — возбуждающий, другой — задерживающий. Вы понимаете, какое значение это имеет?

Возьмите простейший пример — работу вагона трамвая. Там есть механизм, пускающий в вагон электрический ток для движения трамвая, и есть тормоз для остановки трамвая. Этот принцип находит применение и в животной машине, и деятельность нервов происходит на два лада. Вот почему возникает трудность убедиться в существовании в блуждающем нерве возбудительных волокон для секреции желудочных желез. Как в работе трамвая получится путаница, если включить одновременно и электричество и тормоз, так и в случае раздражения нерва. Вы будете раздражать одновременно волокна и возбуждающие секрецию и тормозящие ее. Следовательно, если вы раздражаете нерв и не получаете отделения сока, то нельзя еще говорить, что секреторных волокон в этом нерве нет.



Лекция семнадцатая

ОПЫТ С ДЕЙСТВИЕМ ЖИРА. — КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА, ОТДЕЛЯЮЩЕГОСЯ НА РАЗЛИЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА. — СЕКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА. — МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ. — ФИЗИОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КЛЕТОК

Ввиду важности факта задержки сокоотделения под влиянием жира, я повторю этот опыт в другом порядке. Мы дадим собаке, так же как и вчера, около двух фунтов мяса, и, следовательно, надо будет ожидать сильного отделения сока; когда же отделение будет итти как следует, мы вольем ей в желудок жир. Вы увидите, как резко оборвет жир сокоотделение. Значит, начинаем опыт с повторения вчерашнего. Через полчаса мы вольем жир и посмотрим, что из этого будет.

На той неделе мы с вами сравнивали общую работу пепсиновых желез при еде хлеба и мяса и видели разные результаты в том и другом случае. Вы помните, когда я описывал секреторную работу желудка, я сказал, что она отличается не только по ходу отделения сока, но и по качествам сока. Разницу хода сокоотделения вы видели, а сейчас я покажу вам разницу в составе сока при мясе и хлебе. Я должен вам сказать, что если держать желудочный сок на холоду, то он не испортится по крайней мере месяц. Вот этот сок стоял на холоду, а потому он совершенно не испорчен. Он был испытан известным вам способом Метта. Открытые трубочки, наполненные белком, были положены в порции сока, который мы получили при хлебе и при мясе. Оказалось, что «хлебный» сок переварил за 10 часов 6.2 мм, а «мясной» сок — только 4.4 мм. Вот у меня здесь сок, выделившийся на хлеб и на мясо во второй час, того и другого сока взято одинаковое количество. Я уже вам говорил, что хлебный сок есть наиболее концентри-

рованный сок, следующим идет мясной, а затем молочный. Особенно резко была бы заметна разница на крайностях — между соком при хлебе и при молоке. Мы вот сравниваем хлебный сок с мясным — и то ясно видна разница в переваривающих силах (отношение переваривающихся количеств белка это и есть отношение переваривающих сил). А если перейти к отношению концентрации фермента, то надо взять, как я уже говорил, квадраты этих цифр, следовательно мясной сок представляет почти в два раза меньшую концентрацию пепсина, чем хлебный ($4.4^2 : 6.2^2 = 1 : 2$). Следовательно, мы познакомились с тем фактом, что при переваривании хлеба и мяса различно не только количество, но и качество сока, а именно: на хлеб выделяется сок, более концентрированный в отношении пепсина.

Есть другой способ, правда, более грубый, но дающий возможность сразу и быстро убедиться в том, что один сок крепче другого. У меня вот хлебный и мясной соки. Я могу легко убедиться, что первый крепче второго. Для этого надо погрузить их в холодную воду, и тогда порция сока с большим количеством фермента помутнеет, а другая останется светлой. В первом случае мы, значит, имеем насыщенный раствор, который скоро сделается перенасыщенным и даст осадок. Есть еще третий прием для быстрого ориентирования в том, какой сок крепче, какой слабее. Для этого надо их вскипятить, и тогда более крепкий сок даст больший осадок, хлопчатый, а другой может даже совсем не дать осадка. Значит, можно исследовать сок или путем охлаждения, или же путем кипячения. Насчет осадка дело не ясно. Нет никакого сомнения, что в осадке есть и пепсин, но остается нерешенным вопрос, только ли один пепсин или же здесь, кроме пепсина, имеются и какие-либо другие вещества. Верно лишь то, что если к желудочному соку прибавить этот осадок, то такой сок будет переваривать быстрее прежнего, и, наоборот, в жидкости, которая лишилась осадка, переваривание пойдет медленнее. Очевидно, что пепсин в осадке есть, но только ли пепсин — это еще не решенный вопрос.

Я помещаю обе порции в холодную воду. Посмотрим, что получится. Ну вот, в одной пробирке сок уже начинает мутнеть, это хлебный сок, в нем образуется осадок. Смотрите, один сок остался светлым, а другой совершенно помутнел. Но этот способ исследования применяется лишь для грубого, спешного определения крепости сока. Здесь случай резкий — один сок мутный, другой светлый. Ну, а если оба только несколько помутнеют, то тогда трудно будет сказать, какой

ми них крепче. Сейчас я испробую другой подобный же простой прием — вскипячу оба сока. Если будем кипятить хлебный и мясной соки, то резкой разницы не будет, а вот если хлебный с молочным сопоставлять, то различие будет очень хорошо видно. Я нагреваю помутневший сок, и, как видите, осадок растворяется. Кипячу оба сорта сока, смотрите — выпадает белок, и сок становится снова мутным. Мясной немного помутнел, а в хлебном муть гораздо гуще, он совершенно мутный — получилась все же резкая разница. Если мы поставим обе пробирки и дадим соку отстояться, то получится разной величины осадок. Вы видите, что существуют различные способы, по которым можно определить, какой сок крепче, какой слабее в отношении переваривающей силы. Первый — более тонкий способ, последние два — грубые.

На этой собаке мы поставим еще опыт. Я вам скажу сначала, что будем делать, а потом скажу, какой получится результат. Это та собака, которой вчера в пилорическую часть желудка влили мыло и у которой получили сильное отделение сока. У нее изолирована пилорическая часть желудка, куда мы можем вводить все, что угодно, и, кроме того, у нее имеется фистула в фундальной части. Сегодня мы сделаем опыт так. Сначала введем в кровь этой собаки яд атропин, а когда нужное отравление разовьется, вольем в пилорическую часть раствор мыла и посмотрим, как он подействует.

Теперь я возвращаюсь к систематическому изложению. Мы остановились в прошлый раз на том, каким образом при еде пищи действуют раздражители на желудочные железы. Говоря об иннервации желудочных желез, я сказал, что самый убедительный опыт — это перерезка блуждающего нерва на шее; оказывается, что после этой операции никогда уже при мнимом кормлении нельзя получить ни одной капли желудочного сока. Этим доказано, что в блуждающем нерве имеются секреторные волокна для желудочных желез. Следовательно, перерезка решила этот вопрос совершенно ясно и определенно. Естественно, что к этому опыту надо было прибавить опыт с раздражением нерва. Такой опыт, как я вам уже рассказывал, и был проделан, но раньше он давал всегда резко отрицательный результат, и потому было даже высказано предположение, что никаких секреторных нервов у желудка нет. Но это оказалось ошибкой. В блуждающем нерве есть волокна различного рода: одни — действующие возбуждающим образом, другие — задерживающим. В этом и оказалась трудность исследования. Когда приступили к этому опыту, уже твердо зная, что секреторные нервы есть, то его начали производить

с бо́льшим терпением, с большей настойчивостью. Для того чтобы этим опытом добиться возбуждения желез, нужны специальная обстановка и длительное время, потому что возбуждение начинает действовать на железы лишь спустя много времени от начала опыта. Смысл этой затяжки следующий. Электрическое раздражение не только возбуждает, но и разрушает нерв, причем одни волокна разрушаются быстрее, а другие — медленнее. На счастье физиологов оказалось, что задерживающие волокна уничтожаются раньше. Вы понимаете теперь, почему только спустя час от начала опыта, после часового бесплодного раздражения, начинается отделение желудочного сока. Значит, нужно признать фактом, что имеются секреторные нервы, идущие в вагусах, и что секреторные волокна бывают двух родов: задерживающие и возбуждающие.

Так вот, мы хорошо уяснили, как происходит раздражение желудочных желез, когда пища действует на расстоянии и из полости рта. Теперь пойдем дальше. Можно ли после перерезки блуждающего нерва получить отделение желудочного сока? Оказывается, что можно: другие возбудители все-таки вызывают выделение сока из пепсиновых желез. Следовательно, эти другие возбудители действуют помимо блуждающего нерва, и они после его разрушения могут вызвать выделение сока. Вопрос о блуждающем нерве надо считать окончательно разрешенным, ну а вот этот вопрос — он еще не выяснен как следует. С одной стороны, есть указания на то, что это возбуждение тоже нервное. Это вот какие указания. Деятельность секреторных нервов прекращается, если вы животное отравите атропином. Следовательно, если после введения в организм атропина сок не выделяется, то это будет признаком того, что отделение сока происходит под влиянием действия секреторных нервов. Если я отравлю животное атропином, то я не получу слюны, не получу панкреатического сока. Оказывается, что после отравления собаки атропином при введении в желудок раствора мыла отделение желудочного сока или не получится вовсе, или же оно будет очень слабое. Поэтому я и говорю: есть указания на то, что действие химических возбудителей может быть тоже нервный процесс. Но, с другой стороны, были проведены опыты, которые показали, что выделение происходит и при отравлении атропином, хотя и тут можно предположить действие нервной системы. Вы спросите: какие же нервы будут передавать раздражение, если оба вагуса перерезаны? Во-первых, к желудку подходит не только вагус, но и симпатические нервы, а во-вторых, можно предположить, что возбуждаются концы блуждающего нерва, заложенные

в стенках самого желудка. Другие опыты показывают, что либиховский экстракт, введенный в кровь, вызывает выделение желудочного сока и выделение это не прекращается при введении атропина. Совершенно ясно то, что первые два раздражения, т. е. из полости рта и из внешнего мира, — чисто нервные раздражения, чисто нервный акт. Что касается химических возбуждений, то здесь нельзя еще сказать ничего определенного. С одной стороны, действие передается по нервам, а с другой — действует сама жидкость. Следовательно, тут смешанное действие: если нервы имеются, то действие передается по ним, если же нервов нет, то самой жидкостью. Этот последний способ называется гуморальным. Там способ нервный, а тут — при помощи жидкости. Либиховский экстракт введен в желудок, отсюда он входит в кровь, вместе с нею доходит до желез и раздражает их. Вы так и считайте, что все системы органов объединены двояким способом: нервами и кровью, и, следовательно, действие одного органа на другой может передаваться или нервами, или кровью. Так можно представить себе действие и нервного возбуждения и возбуждения жидкостью. Вообще точный разбор этого дела до сих пор не закончен. Сейчас происходит его научная обработка.

Кроме положительных возбудителей желудочной секреции, есть еще отрицательный возбудитель — жир. В этом отношении у нас тоже нет законченного ответа. Однако имеются факты, имеются данные, указывающие, что и это возбуждение передается через нервы. Наблюдали такой факт: если перерезать блуждающие нервы, то задерживающая деятельность жира почти прекращается или даже совершенно прекращается. Дело можно представлять так, что жир, входя в двенадцатиперстную кишку, раздражает окончания центростремительных нервов, затем эти раздражения передаются в центральную нервную систему и затем уже по блуждающим нервам переходят к пепсиновым железам. Вот, значит, как представляется дело, вот что мы знаем теперь о возбудителях и тормозах пепсиновых желез.

Вернемся к нашим опытам. Вы видите, что жир дает себя знать, видите, как быстро началось уменьшение отделения сока! У этой собаки за первую половину часа на мясо выделилось 2.8 куб. см сока, а за вторые полчаса, после того как был введен жир, только 1.4 куб. см. А дальше выделение желудочного сока почти совершенно прекращается. Видите, какое значение имеет еда мяса с большим количеством жира.

На другой собаке опыт был начат при щелочной реакции в желудке, т. е. при полном покое желудочных желез. Собаке

было впрыснуто 5 мг атропина, а теперь мы будем вводить мыло. Вчера мы также вводили мыло и вы видели отделение сока при нормальных условиях, сегодня же вы увидите отделение сока на мыло после отравления атропином, который выключает деятельность секрсторных нервов.

Теперь с «крупной» физиологией желудочных желез мы кончили. Мы знаем, как желудочные железы работают в различных случаях, и порядочно анализировали этот вопрос. Вы имеете достаточное понятие и о действии желудочного сока. Теперь надо перейти по порядку к физиологии клеточной, надо забраться в самую железу и посмотреть, как там идет дело. Это известно гораздо меньше, и относительно пепсиновых желез имеется еще меньше фактов, чем о слюнных железах. Дело сразу очень затрудняется. Мы имеем в желудочном соке два химических вещества, резко различных между собою. Это, с одной стороны, соляная кислота, 0.5%-й водный раствор ее, а с другой стороны — растворенный в ней фермент. И в желудочных железах, как и в слюнных, соответственно двум составным частям сока различают клетки двух различных родов. Клетки, лежащие внутри железистого мешочка, называются главными; снаружи от них лежат клетки другого рода, так называемые обкладочные клетки.

Возникает естественный вопрос: какая же разница в деятельности этих двух родов клеток? Физиологи пришли к предположению, что обкладочные клетки вырабатывают кислоту, а внутренние (главные) — пепсин. Это предположение кое-что имеет за собой. Как вы помните, при беглом обзоре анатомии и гистологии желез я сказал вам, что в фундальной части желудка вы имеете клетки двух родов, а в пилорической — только одного рода. Забегая вперед, я скажу, что из пилорической части течет сок без кислоты. Повидимому, намечалось довольно хорошее решение задачи и вопрос мог казаться решенным. Некоторые авторы и считали это достаточным доказательством. Оказалось, однако, что при различных опытах получаются неодинаковые результаты и вопрос остается спорным. Вы видите, до какой степени затрудняется дело, когда вы от физиологии больших органов переходите к физиологии микроскопических образований, к физиологии железистых клеток. Здесь физиологией не может считаться решенным даже вопрос о том, что́ вырабатывают различные клетки, ясно, что физиологии еще слишком мало известна эта область. Здесь имеются только обрывки знаний, и притом обрывки еще менее значительные, чем относительно работы клеток в слюнных железах.

Несомненно, что деятельность пепсиновых желез отражается на их внешнем виде. Доказано, что железы эти при работе развивают тепло, затем доказана наличность электрических явлений. Следовательно, в работе слюнных клеток и пепсиновых наблюдается некоторое сходство. Что же касается самых существенных вопросов, то все они остаются еще не решенными.

Вернемся опять к нашим опытам. Вот видите, дело дошло до полного уничтожения деятельности пепсиновых желез. Мясо в желудке лежит, а секреция прекратилась. Надеюсь, вы теперь на всю жизнь запомните, чтó значит жир для деятельности этих желез.

Относительно клеточной физиологии надо сообщить вам один факт, который играет существенную роль в деле пищеварения и с которым мы еще встретимся при изучении панкреатической железы. Этот факт, однако, нисколько не посвящает нас в деятельность клетки, а имеет лишь общее значение.

Клетка вырабатывает пепсин и химозин. Эти ферменты вы находите в желудочном соке, но вы можете получить их и в самой клетке. Вы можете взять слизистую оболочку желудка, растереть ее с водой или с глицерином и извлечь эти ферменты. Если вы добудете ферменты прямо из клетки, то вы будете иметь скрытый, неактивный фермент. Чтобы он стал активным, на него нужно подействовать химически. Вот, значит, перед нами факт: в клетках ферменты лежат в инактивном состоянии, активность же приобретается ими в момент секреции. Происходит это так, что здесь в желудочном соке их «доделывает», так сказать, кислота. В следующей железе — поджелудочной — этот факт выступает еще резче: фермент там не только лежит недеятельным в клетке, но и выступает недеятельным в самом соке; лишь после действия на него кишечного сока он становится деятельным. Вы видите, что о физиологии клеток желудка я говорил вам всего каких-нибудь 10 минут, а о физиологии всего органа я говорил вам полторы недели. Насколько, значит, мало изучена эта область.

Так вот, с фундальной частью желудка покончено все. По порядку я должен был говорить о другой секреторной деятельности — о выделении в фундальной части слизи. Я ее пока оставлю и перейду сначала к пилорической части, к пилорическим железам, а затем уже, закончив секреторную деятельность всего желудка, буду говорить о слизи.

Надо сказать, что физиология пилорических желез гораздо сложнее, чем физиология фундальных желез. Что касается

методики, то она здесь почти та же. Чтобы судить о деятельности пилорических желез, надо, конечно, выделить пилорическую часть желудка. Изолированная поверхность пилорической части даст нам возможность следить за работой пилорических желез. В следующий раз я вам покажу фабрикат этой поверхности. Мы изучали фундальный сок, а этот сок надо, следовательно, назвать пилорическим соком. Он представляет собою жидкость слизистую, прозрачную, бесцветную и, благодаря присутствию слизи, немного тягучую. Эта жидкость, в противоположность жидкости желудочного сока, является щелочной, так что лакмусовая бумажка красится ею в синий цвет. В этой жидкости также находится пепсин; однако если вы в этот пилорический сок опустите белок, то он не растворится, потому что на белок нужно соединенное действие кислоты и пепсина, один же пепсин его растворить не может. Чтобы переваривание произошло, надо прибавить кислоты. Вы видите, что здесь есть какое-то тонкое соотношение. Почему здесь нужна такая жидкость без кислоты, но с пепсином? К сожалению, на этот интересный вопрос совершенно точного ответа нет, но есть достаточно правдоподобный ответ. Дело в том, что, как вы знаете, при переходе пищи из желудка в кишки происходит изменение реакции ее с кислой на щелочную. В желудке переваривание происходило при кислой реакции, а в кишках — при щелочной реакции. Можно понять дело так, что этот сок приспособлен для постепенного перевода пищи, еще не вступившей в кишки, из кислой реакции в щелочную. В этом отношении, однако, имеется много разногласий, и факты не согласованы. Я буду передавать вам факты так, как я сам их видел, а может быть, и покажу вам их. Как же здесь поступать? Надо прежде всего вести исследование так же, как мы вели его на фундальных железах. У нас имеется собака с изолированной пилорической частью желудка. Следовательно, надо в фундальную часть желудка вводить пищу и наблюдать за отделением пилорического сока. Оказывается, что когда вы даете собаке есть, то из пилорической части не только не начинается отделения, но наоборот, если до начала еды выделение происходило, то оно прекращается. Повторяю: как только вы даете собаке есть, отделение пилорического сока совершенно прекращается. Мне хочется, чтобы вы получше запомнили этот курьез. А так как осталось еще 5 минут, то не зададите ли каких-либо вопросов.

Вопрос: Активен ли пилорический сок?

И. П. Павлов: Нет, пилорический сок не активен. Для того чтобы сделать его активным, к нему надо прибавить

кислоты. Пепсин там недеятельный, но если вы сначала прибавите кислоты, а потом опять нейтрализуете ее, то пепсин будет уже активен. Это очень интересная история с пилорической частью желудка. У некоторых авторов есть плохая замашка — свое невежество сваливать на природу. Я знаю людей, имеющих научные заслуги, которые думают, будто природа не сумела сразу сделать переход от кислой реакции желудочного сока фундальных желез к щелочной реакции кишечного сока и поэтому на примере пилорической части желудка устроила какой-то чудно́й промежуток. Многие большие умы пошли по этой неправильной линии — исправлять природу. Но сначала надо все обстоятельно изучить и правильно понять.

Вопрос: К каким последствиям приводит полное удаление желудка?

И. П. Павлов: Машина животного организма тем и замечательна, что она обладает способностью приспособляться, заменять одну часть другой. Это составляет ее чрезвычайное достоинство. Есть теперь и машины рук человеческих, у которых если одна часть испортилась, то она автоматически сейчас же заменяется другой, но им не сравниться, конечно, с живым организмом. Нельзя определять значение органов, основываясь только на том, будет жить или не будет жить животное, если мы удалим этот орган. Организм может приспособиться, но из этого не значит еще, что удаленный орган был лишним, ненужным. Следовательно, задача заключается в том, чтобы определить значение того или другого органа при жизни организма. Я останавливаюсь на этом потому, что вам как будущим врачам надо особенно обратить на это внимание. Если какой-либо орган удален, то хотя организм и приспособился, но все-таки, очевидно, что-то потерял, ослабел и ни в коем случае не стал сильнее.



Лекция восемнадцатая

СЕКРЕТОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПИЛОРИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗ

Приступаем к опыту. Вот собака, у которой изолирована пилорическая часть желудка так, как я вам рассказывал. Сейчас мы пользуемся пилорической поверхностью не как поверхностью, с которой происходит раздражение, а как секреторной поверхностью, как поверхностью, отделяющей сок. В настоящее время эта собака голодна. К пилорической фистуле подвешен цилиндрик, и мы посмотрим, как происходит отделение пилорического сока. Наша задача будет пока заключаться в том, чтобы наблюдать, как происходит истечение пилорического сока. Вот пилорический сок, собранный из этой части желудка раньше. Вы видите здесь на свет два слоя. Из этих слоев один, верхний, — прозрачный, а другой, нижний, — непрозрачный. Непрозрачный — это и есть слизь, а верхний, прозрачный, тоже немного слизистый — пилорический сок. Знакомимся дальше с его качествами. Сейчас мы испробуем реакцию. Опускаю туда красную лакмусовую бумажку. Вы видите, эта бумажка слегка синеет; значит, пилорический сок, в противоположность фундальному, щелочной реакции. Как я вам уже сказал, этот сок заключает в себе пепсин. Отличается он от настоящего желудочного сока — фундального — тем, что хотя пепсин он и имеет, но в другой реакции. В фундальном соке пепсин соединен с кислотой, здесь же он без кислоты, в щелочной реакции. Вы знаете, что один пепсин, без кислоты, не переваривает фибрина. Так вот, мы и попробуем подействовать на фибрин двумя порциями: одна — чистый пилорический сок, без кислоты, другая — подкисленный пилорический сок. В чистый пилорический сок мы прибавим воды столько же, сколько в другой порции кислоты, чтобы вы не сказали, что переваривание

и последней идет потому, что там прибавилось жидкости. Поставим обе порции с кусочками фибрина в термостат, и я могу вам уже сейчас сказать, что первая жидкость не окажет на фибрин никакого действия, вторая же растворит фибрин, как мы это видели и раньше. Нужно сказать, что пепсин может действовать не только с соляной кислотой, но и со всякими кислотами. Это обстоятельство вы должны запомнить.

Теперь вернемся к вопросу о работе пилорических желез. Я вам уже говорил, что эта работа еще пока не определена, плохо изучена. Я говорил вам, что имеются кое-какие факты, касающиеся частностей, но общая картина работы еще не выяснена. Что касается некоторых фактов, то они существуют, но объяснения к ним даются более или менее произвольные. В опытах, которые я сам видел, было отмечено следующее странное явление: во время голодного состояния собаки шло отделение пилорического сока, а когда вводили в пищеварительный канал пищу, то отделение пилорического сока не усиливалось, а уменьшалось. Совершенно обратное тому, что было отмечено при опытах со слюной и фундальным соком. Факт в высшей степени странный. Там было совершенно понятно, что, когда пища входила в пищеварительный канал, для ее переваривания отделялся сок, а здесь кажется, будто жидкость эта существует только для голодного состояния желудка. Я как-то говорил уже вам, что нельзя, не понимая чего-нибудь, заявлять, что природа, мол, плохо это сделала. Необходимо расширить поле наблюдения; может быть, тогда из суммы всех наблюдений и выступит смысл непонятного раньше явления. Оказалось действительно, что пилорическую часть желудка можно заставить усиленно работать, но только несколько иным образом, другим приемом. Если вы будете действовать на слизистую оболочку пилорической части непосредственно, то у вас получится совершенно другая картина. Тогда у вас пилорический сок будет отделяться в гораздо большем количестве. Вот мы с вами наблюдаем сейчас, как происходит отделение сока, когда желудок пуст и когда к нему ничто не прикасается. За 11 минут получилось 1.5 куб. см пилорического сока. Теперь мы вольем в эту часть желудка кислоту, т. е. подействуем кислыми свойствами на слизистую оболочку желудка и именно в его пилорической части. Как видите, кислота вызвала сильное отделение сока. Раздражителя — кислоту — можно потом удалить, а все-таки отделение сока будет усиленно продолжаться.

Таким образом мы с вами уже существенно расширили область наших знаний. Но как же понять тот факт, что мы

наблюдаем? Тут приходится делать некоторые предположения. Вот как можно представить это дело. Действительно, раздражитель пилорических желез есть местный раздражитель, действующий непосредственно на слизистую оболочку. Это только и ведет к возбуждению деятельности пилорических желез. Здесь никакой странности нет: могут быть отдаленные связи (рефлекс с полости рта), а могут быть связи непосредственные (прямое раздражение). Это не такая особенность, чтобы ее не понимать, это понятный факт. А вот, каким образом уяснить себе, что введение еды ведет к уменьшению выделения сока? Для того чтобы понять это, надо прибавить еще одно условие. Надо допустить, что нахождение пищи в пищеварительном канале является задерживающим фактором по отношению к деятельности пилорических желез, так же как жир являлся задерживающим фактором по отношению к фундальным железам. Следовательно, мы имеем два влияния. С одной стороны, массы пищи, действующие прямо, непосредственно на слизистую оболочку пилорической части, возбуждают отделение сока, с другой стороны, массы, проходящие по пищеварительному каналу (главным образом в duodenum), задерживают отделение сока. То, что я вам сейчас передал, — это факты, а не предположения. Теперь, как понять их смысл? Я говорю, что тут приходится делать предположения, но эти предположения не так уж невероятны, и притом они многое несомненно правильно объясняют. Когда пища проходит из фундальной части через пилорическую в двенадцатиперстную кишку и касается слизистой оболочки пилорической части, то она является возбудителем пилорических желез. Когда же пищевые массы проходят по duodenum и далее в кишки, то они производят задерживающее влияние на деятельность пилорических желез. Надо вам сказать, что из фундальной части в duodenum пищевые массы идут не сплошным током, а порциями, так что и в пилорической части образуется прерывистый ток сока. Таким образом, когда порция пищи идет по пилорической части, она вызывает отделение сока; когда же эта масса прошла в duodenum и до поступления следующей порции не нужно отделения сока, то на это время первая порция действует из duodenum на пилорические железы как задерживающий фактор. Следовательно, дело представляется так, что пилорический сок вытекает только на ту порцию, которая проходит по пилорической части. Вот как можно представить себе дело и согласовать эти факты. Здесь, как вы видите, особой натяжки нет. Вот, значит, что мы знаем теперь о механизме работы пилорических желез.

Теперь можно поставить себе вопрос: зачем же существует такой странный сок, содержащий пепсин в щелочной реакции? Я уже говорил вам, что в желудке происходит переваривание при кислой реакции, а в кишках при щелочной. Стало быть, задача пилорического отдела желудка и заключается в том, чтобы способствовать переходу одной реакции в другую. Можно представить себе такие случаи, когда есть надобность в пепсине, но не нужен избыток кислоты. Требуется отделение пепсина, но обязательно с очень слабой кислотностью. Возможно, например, что животное поело много жировой ткани. В различных частях тела имеется жировая, или сальная ткань, как ее называют в обиходе, клетки которой буквально набиты жиром. Это запасы, амбары жира. Стенками такого амбара является соединительная ткань. Во многих случаях жировая ткань может попадать в пищу животному. Я вам сказал уже, что жир обрабатывается главным образом в двенадцатиперстной кишке при щелочной реакции, и упоминал, что обработке жира сильно мешает кислота. Когда животное съело жировую, сальную ткань, отделение фундального сока должно быть прекращено. Следовательно, если животное съест такую ткань, то жир вызовет прекращение работы пепсиновых желез; жир пройдет в двенадцатиперстную кишку, где начнется его разложение при щелочной реакции. Но тут получается вот что. Соединительная ткань, внутри которой заключен жир, почти совершенно не разрушается панкреатическим соком. Жир, таким образом, не может быть освобожден, и на него не могут подействовать ферменты. Он-то оказался в duodenum, но пепсиновые железы в это время кислого сока не выделяют, а ферменты, имеющиеся в кишке, без кислоты на этот жир не могут действовать, потому что он защищен соединительной тканью. Так вот, можно думать, что именно для этого случая и нужно это странное отделение пилорического сока: соединительную ткань пепсин успешно переваривает и в слабокислой реакции. Происходит же это так. Почти во всех пищевых массах существует своя кислота, так называемая молочная. Когда вы будете работать в клинике и исследовать содержимое желудка, вы всегда будете натыкаться на две кислоты: соляную и молочную. Последняя не достигает такой степени кислотности, как соляная, но всегда образуется в пищевых массах. Эти массы идут из фундальной части через пилорическую в duodenum. Они возбуждают отделение пилорического сока. Сок встречается с молочной кислотой и образует действующий, активный пепсин, который разлагает соединительную ткань. Вот для чего нужен

пилорический сок. Я ни одного факта не предполагаю, я только предполагаю некоторые соотношения между фактами, а факты имеются налицо. Я не могу сказать, что все это совершенно правильно, но никто не может и отрицать этого.

Обратимся, однако, к нашему опыту. Когда желудок был пуст, вытекло 0.75 куб. см за пять минут, а тут за пять минут после введения кислоты выделился 1 куб. см. Можно думать, что при пустом желудке возбудителем является воздух.

Во всяком случае те объяснения, которые я предложил вам, придают особый интерес изучению пилорического сока. Акт еды вызывает отделение желудочного сока. Эти первые порции могут растворить известную часть соединительной ткани, жир пройдет в duodenum и оттуда будет действовать как тормоз для пепсиновых желез. Ведь, с одной стороны, здесь нужны кислота и пепсин, без них не растворится соединительная ткань. Кислота — молочная — поступает с пищей, пепсин дает пилорический сок. Но, с другой стороны, надо, чтобы было поменьше щелочи, чтобы она не нейтрализовала кислоту. Поэтому, чтобы щелочь не накапливалась, пилорический сок вытекает только во время нахождения в пилорической части пищи. А как только порция пищи проходит в кишку — отделение прекращается. Следовательно, никогда не может быть чрезмерного накопления щелочи.



Лекция девятнадцатая

СЕКРЕЦИЯ СЛИЗИ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ. — ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА. — МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКА. — ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКА. — ДЕЙСТВИЕ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКА НА БЕЛКИ, УГЛЕВОДЫ И ЖИРЫ

Я кончил изложение физиологии пилорической части желудка. Сейчас она еще очень бедна твердо установленными данными. Может быть, это произошло потому, что здесь дело касается как бы средней, промежуточной части, которая мало заняла внимание физиологов. В том, что я сказал вам о ней, больше предположений, чем фактов.

Теперь я перехожу к следующему разделу. И из фундальной части и из пилорической, кроме специальных жидкостей, выделяется еще одно вещество, с которым мы уже встречались несколько раз, — это слизь. Вы видели ее. Откуда же она берется?

Если вы помните немного гистологию, то это нетрудно себе представить. Внутренняя поверхность желудка состоит из ряда клеток покровного эпителия, а этот эпителий — слизистый. Теперь мы займемся тем, что известно о физиологии слизистого эпителия, тем, какой смысл в присутствии слизи в желудке. Если слизь находится в желудке, то, очевидно, она нужна здесь и вопрос о слизи и ее значении — важный вопрос. Однако, хотя и нужно было бы внимательно рассмотреть этот вопрос, внимание физиологов было обращено главным образом на более важную жидкость — желудочный сок, а потому физиология слизеотделения очень скудна. Все же в ней есть пункты, которые выдвигают ее серьезное значение. Слизь бывает в двух состояниях: в более жидком и в более компактном. Сегодня мы встретимся с жидкой слизью, жидкой и

довольно подвижной массой, со слизью же компактной мы встречались уже несколько раз раньше.

Каков смысл слизеотделения? Отчасти слизь имеет значение смазки. Эта смазка может иметь значение как материал, смягчающий грубые пищевые массы. Вы знаете, что люди по-разному едят: одни едят медленно, к ним в желудок поступает хорошо разжеванная, измельченная пища; другие едят очень быстро, почти не разжевывая пищи, — последнее, как вы знаете, вызывает различные болезни желудка. Вы понимаете, что если это наблюдается среди людей, то среди животных это случается еще чаще. Там часто является жизненной необходимостью поскорее проглотить пищу, пока кто-нибудь другой не успел выхватить ее. Следовательно, слизь в этих случаях должна служить для предохранения поверхности желудка от раздражений, а поэтому не только полость рта, но и полость желудка должны быть покрыты слизью, обволакивающей массу пищи. Вы видели, что даже тогда, когда мы мягкой бородкой пера или гладкой стеклянной палочкой теребили слизистую оболочку желудка, уже происходили ранения ее и текла кровь. Следовательно, слизистая оболочка желудка гораздо нежнее слизистой оболочки рта. Для предохранения ее и существует вот эта густая слизь, которая играет роль щита. Можно поставить опыты, которые покажут, до какой степени иногда бывает нужна слизь. Были сделаны такие опыты: на слизистую оболочку, только что вырезанную, действовали или температурой, или химическими реактивами; результаты воздействия оказались разными в зависимости от того, покрывалась в это время оболочка слизью или нет. Слизью приходится защищать также и желудочные железы. Ведь в жидкой пище могут оказаться какие-нибудь слишком сильно действующие реактивы, едкие химические вещества, и нужно их разбавлять, чтобы они стали безвредными. Так, крепкая серная кислота совершенно разрушает слизистую оболочку, а разбавленную кислоту можно даже пить. Вот для таких-то разбавлений и служит жидкая слизь. Она частью разбавляет сильные реагенты, частью же не допускает их соприкасаться со слизистой оболочкой.

Вот мы сейчас у этой собаки получим продукт покровного, поверхностного эпителия желудка, причем возбудителем мы возьмем алкоголь. Мы введем ей в желудок концентрированный раствор алкоголя, довольно крепкий, и посмотрим, что он даст. За полтора часа до опыта выделилось 0.2 куб. см густой слизи. Посмотрим, что даст нам этот опыт. Мы продержим алкоголь в соприкосновении со слизистой оболочкой

пять минут, потом выльем его и посмотрим, как будет реагировать слизистая оболочка. Вы видите, что она дает обильное отделение слизи. Алкоголь вливается в изолированный желудок, который у нас служил, по выражению лиц, работающих с ним, зеркалом большого желудка.

Вы видите, что слизь имеет большое значение: она охраняет более важные и более глубокие элементы желудка от разных вредных влияний.

Деятельность слизистых клеток различна. Они дают то густую, то жидкую слизь. Теперь дальнейший вопрос: как это выделение слизи совершается? Ясно, что раздражителями являются механические, термические и химические свойства тех веществ, которые попадают в желудок. Вы видели, что когда пером или палочкой раздражали слизистую оболочку желудка, то получали слизь; следовательно, здесь действовало механическое раздражение. Дальше. Как, каким путем действуют эти раздражители? Тут мыслимо несколько механизмов. Возможно местное раздражение. Ведь здесь клетки прямо соприкасаются с пищей, с раздражителем. Тут можно думать о раздражении непосредственным соприкосновением. Мыслимо и сообщение через кровь или по нервам. Очевидно, что местное раздражение есть. Второй вопрос — есть ли нервная связь, управляется ли этот эпителий нервами — гораздо более труден для разрешения. Точных опытов здесь нет. Однако кое-что можно сказать по аналогии, имеются также и некоторые факты. Есть указания на то, что секреция слизистой оболочки вообще управляется нервами. Какие же прямые доказательства этого? Если вы собаке с изолированным желудком при покойном состоянии желудочных желез будете вводить в рот то сухой хлеб, то мясо, то вы заметите (на изолированном желудке) резкую разницу в выделении слизи. При введении хлеба вы получаете из маленького желудочка не только желудочный сок, но и порядочное количество слизи, а при введении мяса слизи почти нет и течет только желудочный сок. Непосредственно соединения маленького желудочка с большим нет, а между тем раздражение передается из большого и в маленький желудочек.

Вот еще факт, пожалуй, наиболее показательный. Как я уже говорил, при раздражении блуждающего нерва можно получить через длительное время от начала раздражения желудочный сок. Я тогда объяснял вам, отчего это происходит. И вот в первое время, в начале опыта, когда еще сильны задерживающие волокна и никакого отделения желудочного сока нет, тогда-то и имеет место усиленная деятельность слизистых

желез. Этот факт доказывает почти наверное, что в n. vagus находятся нервные волокна, управляющие выделением слизи. Этим мы закончим секреторную деятельность желудка и начнем изучать кишечный отдел.

Прежде всего я займусь главнейшей железой кишечника — поджелудочной железой, представляющей собой массивный орган, лежащий вне пищеварительного канала и соединенный с ним одним или несколькими протоками, которые впадают в двенадцатиперстную кишку.

Поджелудочная, или панкреатическая железа изливает в верхнюю часть кишечника жидкость, которая называется панкреатическим, или поджелудочным соком. Наше знакомство с панкреатической железой мы и должны начать с изучения этого сока. Прежде всего возникает вопрос: как этот сок собирать, как добывать его в чистом виде, и затем, как следить за поступлением этого сока в пищеварительный канал? Надо сказать, что эта задача была очень трудной. С одной стороны, было удобство, какого не было при исследовании желудка, — в желудке нельзя было вставить в протоки желез трубочки, а в самом желудке сок мешался с пищей. Как вы уже знаете, прошли долгие годы, пока были побеждены все затруднения. Тут, повидимому, таких затруднений нет, здесь имеются большие протоки, выводящие сок в кишки, и в этих протоках сок чистый, не смешанный с пищей. Казалось бы, здесь дело просто: обнажите часть железы, найдите протоки, вставьте в них трубки и проведите эти трубки наружу. Задача, казалось бы, легкая, но на деле ничего не вышло из таких опытов. Даже если во время самого процесса пищеварения прорезать эти протоки и вставить в них трубочки, то и тогда ничего не получится, хотя с анатомической стороны это и легко проделать. Подобный метод называется временной панкреатической фистулой.

Оказалось, что панкреатическая железа чувствительна к оперированию и прекращает после операции свою работу. Как же быть? Надо было, как видно, делать постоянную фистулу, чтобы была возможность получить сок спустя долгое время после операции, когда все более или менее придет в норму. Сначала поступали так: трубочку проводили сквозь брюшную рану, вставляли в проток, а рану зашивали. Когда дело шло на заживление, сок начинал выделяться, только он теперь истекал в очень большом количестве, что уже было подозрительно. Кроме того, сок был очень жидок, истекал без всякого соотношения с пищеварением. До сих пор мы всегда видели, что отделение сока бывает приурочен

к пищеварению. Этот же случай показал, что хотя железа и работает, но работа ее протекает неправильно, патологически.

Возник вопрос: как же добиться такой работы, которая бы протекала нормально? Ответ ясный — надо ждать, пока все заживет окончательно. Но беда была в том, что вставленная в проток трубочка через 4—5 дней выпадала, так как не могла там удержаться. Дело пошло на лад лишь тогда, когда получена была такая фистула, которая дала возможность добывать этот сок когда угодно. Вы уже знаете этот способ, видели его на слюнных железах. Поступают следующим образом. Из стенки двенадцатиперстной кишки вырезают кусочек с нормальным отверстием протока. Отверстие в кишке зашивается, а кусочек вшивается в брюшную рану (рис. 7). Так как отверстие протока нормальное, то и отделение сока происходит правильно. Но и тут вначале существовало одно затруднение, которое только постепенно было побеждено. Панкреатического сока течет много, а он представляет собою весьма ценную жидкость для организма, и потеря его вызывает болезненное состояние животного. Кроме того, сок, разливаясь по брюху, сильно разъедает его. Последнее устранено тем, что животному дают лежать на пористой поверхности, которая всасывает, впитывает в себя изливающийся сок, или собирают сок постоянно, не давая ему разливаться по брюху. Но как же бороться с потерей сока? У собаки это легко устранить, потому что у нее имеется два протока — большой и маленький, и мы вшиваем в брюшную стенку или маленький, или большой проток. Так как эти два протока сообщаются между собой, то, когда не надо сока, можно закрыть наружное отверстие протока, и весь сок через сообщающиеся веточки перебирается в другой проток и затем в кишку. Теперь, как видите, все эти затруднения преодолены и потому такие собаки остаются совершенно здоровыми (рис. 8).

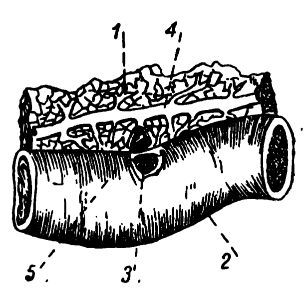


Рис. 7. Схема операции постоянной поджелудочной фистулы.

1 — поджелудочная железа; *2* — двенадцатиперстная (тонкая) кишка; *3* — дыра в кишке на месте, откуда вырезан ее кусочек с отверстием поджелудочного протока (к концу операции эта дыра зашивается); *4* — главный проток поджелудочной железы с разветвлением его в теле железы (второй, малый проток не изображен); *5* — отверстие поджелудочного протока, прободающее кишку (при операции оно выводится наружу и с кусочком кишки пришивается на брюхе собаки).

Панкреатический сок — жидкость бесцветная, совершенно прозрачная. Если вы хотите получить совершенно чистый сок, то надо вставить в проток катетер, простую каучуковую трубочку, по которой будет течь чистый сок. Обыкновенно получают сок, прямо капающий из фистулы и очень различной консистенции — от жидкой до консистенции почти такой же густой, как концентрированный сахарный сироп. Теперь дальше. Первое химическое свойство этого сока то, что он — сильнощелочная жидкость, следовательно он является антиподом желудочному соку. Вы сейчас это увидите:

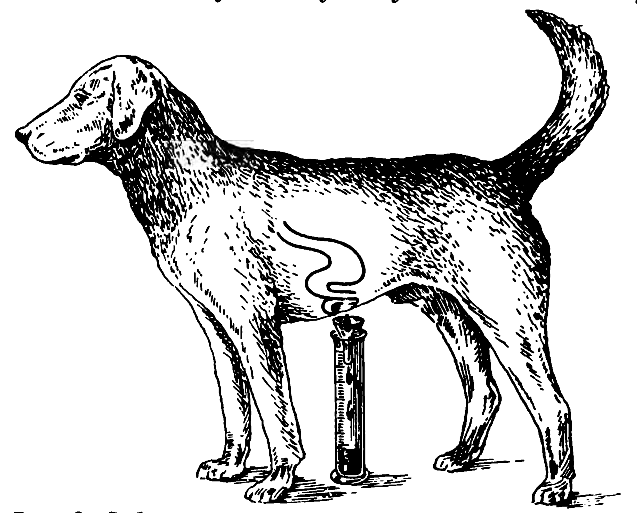


Рис. 8. Собака после наложения постоянной фистулы панкреатического протока.

красная лакмусовая бумажка синеет, и чрезвычайно интенсивно. Это надо запомнить. Анализ показывает, что щелочность сока зависит от растворенной в нем соды.

В этом содовом растворе имеется еще ряд веществ, более сложных. Там есть большое количество белка, причем его тем больше, чем выше консистенция раствора, именно от 2 до 9%. Когда имеется совершенно густой сок, то вы, сварив его, получите свернувшийся белок, напоминающий крутой яичный белок. Если же вы сварите жидкий сок, то сгустка белка может не получиться, а будут лишь отдельные хлопья. Затем весьма существенную часть панкреатического сока составляют ферменты. Тут есть три фермента, имеющие отношение ко всем трем сортам пищи: белковый фермент, углеводный и жировой. Со всеми этими свойствами сока мы сейчас и познакомимся.

Кладем в порцию сока кусочек фибрина, поставим все в термостат и посмотрим, как будет действовать сок. Там будет развиваться действие на белки, исходящее от фермента, который называется трипсин. Теперь обратимся к другому ферменту, действующему на крахмал. Нерастворимый крахмал будет превращаться в раствор, а затем уже в моносахарид. Применяем тот же способ, которым пользовались при птиалине. Берем 10 куб. см густого клейстера и прибавляем к нему 1 куб. см поджелудочного сока. Клейстер был густой, но я успел лишь два-три раза перевернуть пробирку, а уже из гущи получилась вода. Буквально в несколько секунд произошла первая фаза растворения крахмала. Теперь возьмем крахмал без панкреатического сока. В левой руке у меня чистый крахмал, а в правой — крахмал с панкреатическим соком. Мы попробуем теперь фильтровать их: первый не будет фильтроваться, а второй будет. Сначала я фильтрую чистый крахмал, он совершенно не проходит сквозь фильтр. Теперь я беру крахмал, измененный панкреатическим соком. Видите, как быстро он фильтруется, совсем как вода. Мы сейчас исследуем фильтрат крахмала и увидим, что он уже перешел в моносахариды. Фермент, производящий это превращение, называется амилопсин. В этом же панкреатическом соке имеется еще и третий фермент — жировой, который называется стеапсином.

Видите, белок, который мы положили в панкреатический сок, через пять минут уже растворился. Панкреатический сок переваривает белки почти с такой же быстротой, а в некоторых случаях даже быстрее, чем желудочный сок.

Подробности о действии сока на белки вы услышите на лекциях физиологической химии, а я скажу только, что действие трипсина все-таки другое, чем действие пепсина. Очевидно, что это совершенно другой фермент. Кроме того, он гораздо глубже разлагает белки. Чтобы при помощи пепсина получить из белка кристаллические тела, нужны месяцы; при помощи же трипсина белок разрушается до кристаллических продуктов буквально в минуты.

Теперь мы переходим к третьему ферменту. Если вы читали немного органическую химию, то вы знаете, что имеется очень много углеродистых соединений. Они располагаются в известные группы по основным чертам своего химического устройства. Одна из наиболее простых групп — углеводороды, к ним примыкают алкоголи. Углеводороды — соединения углерода с кислородом и водородом, причем последние два находятся здесь в том же соотношении, как и в воде. Следующую группу

составляют алкоголи — соединения углеводородов с содержащей кислород группой OH (гидроксил). Алкоголи различаются по атомности. Бывают алкоголи одноатомные, двухатомные, трехатомные и т. д., смотря по тому, сколько в них заключается гидроксильных групп (OH). Есть трехатомный алкоголь — глицерин, который вы, конечно, знаете. В нем имеется радикал и три водных остатка (3OH). Существуют еще органические кислоты. В состав их также входят углерод, кислород и водород; для них характерной группой будет COOH (карбоксил). Значит, в алкоголе радикал соединяется с группой OH, а в кислоте — с группой COOH.

Алкоголи и кислоты могут вступить в соединение, и тогда они образуют так называемые сложные эфиры. Это соединение происходит с выделением воды. Один разряд сложных эфиров состоит из глицерина — трехатомного алкоголя — и из некоторых специальных кислот с очень высоким молекулярным составом: олеиновой, стеариновой и пальмитиновой, причем самой тяжелой в молекулярном отношении будет пальмитиновая. Соединения этих кислот с глицерином и есть жиры. Повторю еще раз: имеется органическая группа алкоголей, для которой характерна группа OH (водный остаток, или гидроксил). Другая группа — органические кислоты со специальной, характерной группой карбоксила (COOH). Если эти тела придут в соединение, то получится, после выделения воды, новая группа, новые тела — сложные эфиры. Теперь сложные эфиры, образовавшиеся из соединения глицерина с тремя кислотами — олеиновой, стеариновой и пальмитиновой, — являются жирами. Вот вам химия жира. Под влиянием панкреатического сока жиры разлагаются на свои составные части: глицерин и жирные кислоты. Мы сейчас это действие и покажем вам.

Смотрите, за шесть минут уже переварился второй кусочек фибрина. Положим третий кусочек и сколько угодно еще белка, и все переварится.

Реакцию на сахар вы помните: это есть восстановление моносахаридами окиси меди. В присутствии глюкозы окись меди раскисляется, обращается в закись меди, и получается бурый осадок. Мы проделываем эту реакцию и убеждаемся, что уже образовались моносахариды в той порции крахмала, куда прибавили сока, а в той порции, где нет сока, нет и моносахаридов.

Итак, вы видели действие крахмального и белкового ферментов, а теперь ознакомимся с жировым ферментом. Жир —

тело нейтральной реакции; обыкновенно он нерастворим в воде, в силу чего с ним трудно оперировать. В прежних опытах, вместо того чтобы брать обыкновенный белок, мы брали такой, который в пище не встречается, а именно — фибрин. Мы брали его потому, что он очень удобен, легко разлагается. И здесь мы делаем так же. Мы берем жир не натуральный, не с теми кислотами, на которые я вам указывал, а искусственный, такой, который образован глицерином с масляной кислотой. Это так называемый монобутирин — одно-кислотный глицерин. Для удобства я беру вместо настоящего жира аналогичное ему химическое соединение и на нем покажу вам разлагающее действие стеапсина. Теперь мы к этому монобутирину (10 куб. см 1%-го водного раствора) прибавим 0.5 куб. см щелочного панкреатического сока и затем этот сок с монобутирином поставим в термостат минут на 15. Вы увидите, что здесь будет резко кислая реакция. Дальше определим количество образовавшейся кислоты нейтрализованием. Это — определение щелочности или кислотности объемным путем. Вы имеете, положим, панкреатический сок; он щелочной, и вы хотите определить степень его щелочности. Вы берете определенное количество панкреатического сока и прибавляете к нему такое количество кислоты, чтобы раствор стал нейтральным. Зная объем панкреатического сока и объем прибавленной кислоты, можно легко определить степень щелочности. Для определения момента наступления нейтрализации существуют особые индикаторы, указатели, например лакмус и фенолфталеин. Этим методом мы и воспользуемся для определения количества кислоты в растворе монобутирина, образовавшейся под влиянием панкреатического сока.

У нас имеются здесь две пробирки с монобутирином. В одной — чистый монобутирин, а в другой — с прибавлением панкреатического сока. Прильем одну-две капли фенолфталеина и будем смотреть, сколько надо прибавить щелочи до покраснения жидкости, что́ определит момент наступления нейтрализации. Значит, при разложении жира под влиянием стеапсина освободилась кислота, а для того чтобы определить, сколько освободилось кислоты, надо прибавлять щелочь определенного раствора. Вот монобутирин один, без фермента; в нем тоже есть кислотность, но только очень маленькая. Вы видите — только одна-две капли щелочи, и жидкость уже покраснела. А здесь, видите, сколько приходится подливать щелочи, значит, уже образовалось много кислоты. Там пришлось прибавить одну только каплю, а здесь целый кубик.

Но стеапсин все время разлагает монобутирин на кислоту и глицерин, поэтому прибавленная щелочь постоянно нейтрализуется. Стеапсин разлагает новую порцию монобутирина, освобождает еще кислоту, и опять получается кислая реакция. У вас здесь все время получается освобождение кислоты, а поэтому красный цвет постепенно исчезает.



Лекция двадцатая

КРИВЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОГО СОКА ПРИ ЕДЕ МЯСА, ХЛЕБА И МОЛОКА. — КИСЛОТА КАК ВОЗБУДИТЕЛЬ СОКООТДЕЛЕНИЯ

На этой собаке мы покажем факт отделения панкреатического сока во время процесса пищеварения. Сейчас сок не течет вовсе, а когда дадим собаке есть, то начнется обильное отделение сока.

Пока мы продолжим изучение химических свойств сока. Вы помните, что панкреатический сок есть жидкость прозрачная, бесцветная, очень подвижной консистенции. Что касается химического ее состава, то это щелочь, раствор соды, приблизительно 0.3%-й. В этом растворе находится большое количество белка. Показать его присутствие очень просто: он свертывается при высокой температуре, так что если нагреть этот сок, то у вас получится густой сверток, осадок, или помутнение. Это будет зависеть от консистенции сока. В поджелудочном соке имеется три фермента: белковый, который называется трипсин, углеводный — амилопсин и, наконец, жировой — стеапсин. Со всеми ими я вас в прошлый раз познакомил и показал их действие: разложение белков, углеводов и жиров (на глицерин и кислоты).

Вот перед нами сок — испытаем его: если он слабый, т. е. содержит мало белковых веществ — ферментов, то при кипячении получится только помутнение жидкости, если же сильный, то он весь свернется, как яичный белок. Вот он уже начинает мутиться, сильно мутиться.

Мы уже познакомились со всеми нужными нам свойствами панкреатического сока.

Повторим сегодня опыт со спиртом, который у нас не вышел в прошлый раз. Мы подействуем на желудок непосредственно

сильным раствором алкоголя и посмотрим, как пойдет выделение слизи.

Когда мы знаем, каким образом добывать панкреатический сок, каким образом следить за работой панкреатической железы; когда мы знаем, из каких частей состоит панкреатический сок, то мы можем спокойно приступить к изучению вопроса о работе железы. У собаки, как вы видите, пока пищи нет, нет и отделения сока. Это же самое мы видели и раньше при изучении деятельности пепсиновых желез. Пойдем дальше. Как работает панкреатическая железа при разной пище? Оказывается, что и здесь работа железы варьирует в зависимости от того, какая пища находится в пищеварительном канале. Вы видите на этих кривых (рис. 9), что работа железы очень резко варьирует, смотря по тому, какая пища находится в пищеварительном канале. Вот эта кривая показывает ход работы при мясе, эта — при хлебе, а эта — при молоке. При мясе максимум отделения достигает такой величины, а при хлебе гораздо большей, кривая поднимается выше, причем, так же как и при мясе, максимум достигается во второй час. Работа железы при молоке отличается тем, что кривая не достигает такой высоты, как при хлебе и мясе, и дает максимум отделения только в третий час. Вы видите, что наибольшее сокоотделение бывает на хлеб, затем на мясо и наименьшее — на молоко. Да и самый ход работы различен: при хлебе и мясе максимум приходится на второй час, при молоке — только на третий. Совершенно так же, как при выделении желудочного сока, и при выделении поджелудочного сока имеются колебания не только в количественном отношении, но и в качественном — в отношении переваривающей силы, которая и здесь определяется теми же методами, как и в случае желудочного сока. Таким же образом меняется и щелочность, так что получаются соки то более щелочные, то менее щелочные. Оказывается следующее отношение: самым слабым по пере-

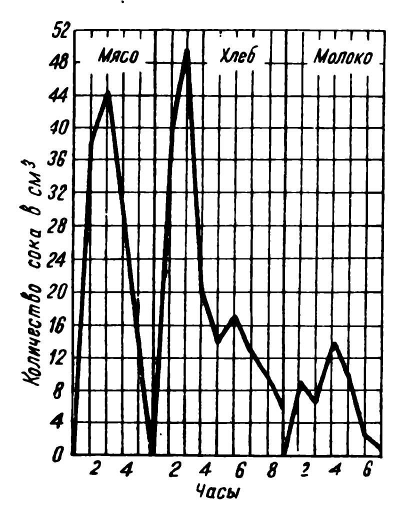


Рис. 9. Ход отделения поджелудочного сока при еде мяса, хлеба и молока.

вариваюшей силе является хлебный сок, а сок молочный, которого, как вы видели, выделяется меньше других соков, является самым сильным. Среднее положение занимает сок, выделяющийся при мясе. Здесь, как вы видите, количество уравновешивается качеством. Очевидно, что это нужно, что это имеет определенный смысл, клонится к более выгодному распределению сока, но как же это понять? Кое-что из этого можно объяснить, однако сейчас еще далеко не все поддается объяснению. Самые же факты я покажу вам завтра и послезавтра, так как на это нужно время. Тут вам надо только запомнить факт разной деятельности желез в зависимости от того, что́ проходит через пищеварительный канал.

Когда мы рассмотрели деятельность поджелудочной железы, познакомились близко с нею и убедились, что и здесь мы наталкиваемся на факты, совершенно сходные с фактами, уже виденными нами раньше на прежних железах, то возникает вопрос: что является возбудителями, ближайшими возбудителями работы поджелудочной железы? Что касается акта еды, следовательно возбуждения из полости рта, или условного рефлекса, то, если такое действие и есть, оно в высшей степени слабо. Если вы при кормлении собаки будете следить за отделением поджелудочного сока, то вы увидите, что минуты через три будет маленькая предварительная «волночка» сока, небольшое отделение, которое вскоре затихает и которое можно отнести на счет рефлекса из полости рта, или на счет условного рефлекса. Но это первое повышение очень слабо, совсем не такое, какое вы видели на слюнных и пепсиновых железах. И это понятно: слюнные железы — первые на пути совершенно не обработанной пищи, пепсиновые — вторые. Поджелудочная же железа действует уже после этих двух желез, и ее действие должно быть согласовано с действиями этих желез, а не приноравливаться к виду пищи. Сильнейшим возбудителем деятельности поджелудочной железы является кислота, а пища, обработанная желудочным соком, вступает в двенадцатиперстную кишку уже в кислой реакции. Сегодня этот факт, действие кислоты, показывать некогда. Вы увидите его завтра. Вы убедитесь, что стоит влить собаке в желудок кислоты без всякой пищи, и от одного этого раствора кислоты получится обильное выделение панкреатического сока. Кислота заставляет работать поджелудочную железу так, как никакой другой возбудитель. Кислые растворы действуют, как я вам уже говорил, со слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки. Почему же, когда вы наблюдаете отделение сока под влиянием кормления, то отделение постоянно

колеблется: то выделяется больше, то меньше? Почему это так? Смысл этого дела вам должен быть ясен. Это происходит оттого, что пища в duodenum переходит порциями, а не сплошной струей. Пройдет из желудка часть кислой пищевой кашицы в кишку, а затем перерыв на некоторое время, так как привратник закрывается. Поэтому отделение сока тоже происходит волнообразно, что собственно и указывает на то, что кислое содержимое желудка переходит порциями. Когда получается большое отделение — это значит, что сейчас перешла часть массы из желудка в duodenum. Затем сокоотделение уменьшается, потому что та кислота, которая попала в двенадцатиперстную кишку, нейтрализуется. Потом через некоторое время опять проходит из желудка в кишку пища и опять усиливается отделение. Вот как просто понимается факт, что выделение все время идет с перерывами. Это происходит в связи с поступлением пищевых масс из желудка в двенадцатиперстную кишку.

Вернемся к опыту. В желудок был влит раствор алкоголя, и произошло порядочное отделение, причем выделилась жидкость щелочная, очевидно слизь, а не желудочный сок. Эта слизь выделилась, с одной стороны, чтобы защитить стенки желудка, с другой — с целью разбавить алкоголь.

Из того факта, о котором я вам только что рассказывал, можно понять особое значение кислых веществ в пище человека.

Теперь смысл этой кислоты приобрел новое значение. Раньше мы могли сказать, что кислота нужна для пепсина, теперь же вы прибавите, что кислота нужна и для возбуждения сильнейшего пищеварительного органа — поджелудочной железы. Может случиться так, что у людей стенки желудка не доставляют совершенно желудочного сока, и вот такие люди часто живут подолгу, не замечая даже, что они по существу дела больны. Можно представить себе дело так, что вся работа падает на поджелудочную железу, однако в пище такого человека обязательно должна быть добавленная извне кислота. Я говорил вам, что в самой пище образуется немного молочной кислоты, но если ее слишком мало, нехватает, тогда обязательно к пище должно присоединять кислоту в виде кислых напитков и приправ: кваса, кислого молока, уксуса и т. д. Вот, следовательно, какую огромную роль играет кислота в деле пищеварения.

Обратимся к другому нашему опыту. Мы дали хлеба собаке, имеющей фистулу панкреатической железы. Вот здесь выступает тот факт, на который я уже обращал ваше внимание.

В первую четверть часа выделилось 1.6 куб. см, а во вторую — 0.4 куб. см. Вот вам та первая «волночка» сокоотделения, о которой я говорил. Уже в следующую четверть часа получится более сильное выделение, именно благодаря кислоте, попавшей в duodenum. С этим фактом мы встретимся еще в последующих лекциях. Если вы удержите его в голове, то вам будут понятны особенности работы поджелудочной железы при разных сортах еды. Больше всего выделение будет при хлебе, меньше всего при молоке. Вы помните кривую отделения желудочного сока? При молоке было всего меньше кислоты, следовательно и панкреатического сока потечет меньше всего. Почему же не при мясе, а при хлебе больше всего выделяется панкреатического сока, когда желудочного сока отделялось при мясе больше? Дело объясняется тем, что мясо на 25% состоит из белков, которые поглощают кислоту, хлеб же, состоящий главным образом из углеводов, кислоты не поглощает, а поэтому при хлебе свободной кислоты остается в пище больше, чем при мясе, и, появляясь в duodenum, хлеб вызывает поэтому большее отделение панкреатического сока, чем мясо.



Лекция двадцать первая

СВЯЗЬ МЕЖДУ ОТДЕЛЕНИЕМ КИСЛОГО ЖЕЛУДОЧНОГО И ЩЕЛОЧНОГО ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКОВ. — ЖИР КАК ВОЗБУДИТЕЛЬ ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ СЕКРЕЦИИ. — МЕХАНИЗМ СЕКРЕТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ КИСЛОТЫ. — СЕКРЕТИН. — ИЗМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КЛЕТОК ПРИ СЕКРЕТОРНОМ ПРОЦЕССЕ

Перед вами собака с панкреатической фистулой. У нее желудок пуст и отделения сока почти нет, самое ничтожное. Мы можем считать, что панкреатическая железа находится в покое. Мы сейчас дадим собаке 200 г мяса. Другая собака — та, что была вчера. У нее вчера сок пошел плохо, потому что на нее сильно подействовала обстановка аудитории, когда же ее привели в лабораторию, то сок пошел правильно. Здесь, как видно, было много задерживающих влияний. Сейчас мы пустим в ход такой раздражитель, который будет сильнее всяких влияний. Вольем ей в желудок 0.25%-й раствор соляной кислоты. У этой собаки есть и желудочная фистула, так что очень удобно вливать, даже не прибегая к помощи зонда. Сок собирается посредством воронки, которая своим широким краем придавливается к брюху. Через узкую часть воронки сок стекает в пробирку.

Продолжаю систематическое изложение. Я сказал вам вчера, что сильнейшим возбудителем панкреатического сокоотделения являются не пищевые массы, а кислоты, в частности кислота желудочного сока. Я сообщил вчера различные подробности, сказал, что раздражители эти действуют из двенадцатиперстной кишки и что этим объясняется волнообразное отделение панкреатического сока, так как пища переходит в кишку не непрерывным потоком, а порциями. Затем я объяснил вам ход и величину отделения при различных пищевых

веществах; почему при хлебе выделяется сока больше, а при молоке — меньше. Затем, если вы спросите, почему это так, какой смысл в том, что кислота вызывает панкреатическое сокоотделение, то ответ на это не такой уж трудный. Ведь пищеварение есть последовательная обработка пищи в различных отделах пищеварительного канала. Понятно, что должно быть соотношение, сцепление работ всех отделов. Работы одних отделов должны согласоваться с работой других отделов. В этом случае вы как раз и видите такое сцепление работ. Пищеварение в желудке происходит в кислой реакции, и кислая пища из duodenum вызывает действие панкреатической железы. Такая цепь явлений получает еще особенное значение. То, что в желудке пищеварение происходит при кислой реакции, важно, между прочим, и потому, что кислота действует как дезинфицирующее средство. Пищеварение в кишках, как вам уже известно, происходит при щелочной реакции. Следовательно, мало того, что одно пищеварение (кислое) должно вызвать другое (щелочное), должно еще произойти уничтожение кислой реакции. Ведь если желудочное, кислое пищеварение переменить на щелочное, то должны же быть условия, которые уничтожили бы кислотность пищи. И вот кислый желудочный сок вызывает отделение панкреатического сока, который нейтрализует кислоту. Здесь имеется, значит, не просто поверхностная связь в выделении панкреатического сока под влиянием действия кислоты, а связь, имеющая свой определенный глубокий смысл. Кислота, излившаяся на пищу в желудке, вызывая секрецию панкреатической железы, сама обусловливает свое уничтожение в кишках.

Когда образуется соляная кислота, то она происходит, как показывают факты, из разложения поваренной соли, которая в силу химических процессов, происходящих в пепсиновых железах, разлагается на соляную кислоту и окись натрия. Что это действительно так, доказывается несколькими опытами, и один из наиболее показательных фактов тот, что при пищеварении повышается щелочность мочи. Раз нейтральное тело разлагается и кислота удаляется с желудочным соком, то остающаяся щелочная часть (здесь окись натрия) идет в кровь и превращается в соду; далее она частью проходит в мочу и удаляется с нею, частью же проходит к клеткам поджелудочной железы, которыми и поглощается. Если бы излишняя щелочь не удалялась тотчас же из организма, а излишняя кислота не уничтожалась бы, то внутренняя среда тела была бы то слишком щелочной, то слишком кислой реакции. А между тем все элементы тела живут только при некоторой

определенной реакции. Разрыв устраняется той связью в работе желудочных и поджелудочной желез, о которой у нас идет речь. Поваренная соль разлагается, а образующаяся кислота попадает в желудок. Когда кислая пища проходит в двенадцатиперстную кишку и панкреатическая железа выпускает свой сок в кишку, то кислота желудочного сока соединяется с содой поджелудочного. Таким образом в кишках обе составные части соли встречаются и происходит нейтрализация. Видите, какое тонкое соотношение, регулирующее колебания реакции. Колебания происходят, таким образом, не в массе крови, а в полости пищеварительного канала. Вы видите, как все уравновешивается в организме! Это вполне понятно, так как организм — система, а в системе все должно быть согласовано. Я опять повторяю — первейшим возбудителем отделения поджелудочного сока является кислота.

Возвращаемся к опыту. Вот, за 15 минут выделилось на кислоту 7.8 куб. см чистейшего панкреатического сока.

Кроме кислоты, возбудителем панкреатического сокоотделения является жир, так что, если вы собаке в пустой желудок с затихшей деятельностью панкреатической железы введете жир, этот жир тоже вызовет отделение панкреатического сока. Значение такого возбуждения панкреатического сокоотделения жиром должно быть вам совершенно ясно, так как жир разлагается главным образом панкреатическим соком. Кислоты в желудке не будет, потому что при поступлении в кишечник жира прекращается выделение желудочного сока, и поэтому жир должен быть самостоятельным возбудителем отделения панкреатического сока. Итак, жир — второй возбудитель. Каким образом действует жир, что́ именно в нем возбуждает — вопрос еще не решенный. Можно себе представить, что жир целиком возбуждает это отделение сока, но можно думать иначе. Возможно, что под влиянием маленькой первоначальной порции жирового фермента часть жира разлагается, жирные кислоты встречаются со щелочами и образуют мыла. А это очень резкий возбудитель деятельности панкреатической железы. Повторяю. Вопрос, что́ именно возбуждает выделение панкреатического сока — жир ли как жир или его продукты разложения — еще не решенный вопрос.

Кроме упомянутых специальных возбудителей, смысл которых совершенно ясен, имеется еще и общий раздражитель — вода. Слабенький, но зато постоянный и доступный раздражитель. Вот вам перечень всех раздражителей при нормальном ходе вещей: первый — это акт еды, влияющий в очень слабой

пепсин, затем сильнейший возбудитель — кислота, далее жир или продукт его разложения — мыло и, наконец, вода.

Дальнейший вопрос, который нам предстоит решить, — это вопрос: каким образом названные раздражители действуют и главным образом как действует кислота? Акт еды должен быть, очевидно, нервным раздражителем. Это возбуждение нельзя себе представить передающимся иначе, чем по нервам. Вопрос о действии кислоты оказался сначала очень путаным, потом довольно сложным и очень интересным. Было установлено, что кислота действует на отделение панкреатического сока. Как же она действует? Вы, имея аналогичный пример на слюнной железе, первым делом подумаете, что и здесь действие идет через нервы, что рефлекс с кишки ведет к работе панкреатической железы. Но тут возникает другой вопрос, а именно: если это предположение правильно, то должны быть нервы, управляющие деятельностью панкреатической железы. С этими нервами дело обстояло очень сложно. Долгое время при раздражении нервов не видели никакого действия. Эти нервы, с одной стороны, ветки блуждающего нерва, с другой — симпатического. И вот прошло довольно значительное время, пока получили отчетливые факты, которые не оставили никакого сомнения в том, что имеются нервы, управляющие деятельностью панкреатической железы. Затруднения здесь были те же, что и при желудочных железах. Этот вопрос был впервые поставлен и разрешен именно здесь — на панкреатической железе, потом уже это решение было применено и к желудку. Главнейшее затруднение здесь состояло в том, что сюда подходят два рода волокон: одни — задерживающие деятельность панкреатической железы, другие — возбуждающие. И хотя тут действуют и возбуждающие волокна и задерживающие, мы не увидим ни того, ни другого действия, ибо они будут взаимно уничтожать друг друга. Завтра на опыте вы увидите, как было установлено, что панкреатическая железа находится под управлением нервов.

Посмотрим теперь, как идет наш опыт. За вторую четверть часа выделилось от действия одной только кислоты больше 10 куб. см панкреатического сока.

Вернемся опять к вопросу, как действует кислота. Мы знаем, что есть известные нервы, которые управляют панкреатической железой, знаем, что железа начинает работать, когда в двенадцатиперстную кишку попадает жир, а теперь нам нужно решить вопрос, каким образом действует кислота на панкреатическое отделение. Одно из предположений — что через нервы. Раз доказано присутствие нервов, управляющих

деятельностью панкреатической железы, стало быть, мы можем предполагать, что кислота раздражает в двенадцатиперстной кишке концы нервов и это раздражение передается через центральную нервную систему панкреатической железе. Вот самое законное предположение, тем более, что нечто подобное у нас уже было выявлено для слюнных желез. Но нужны еще и факты. Почему я могу делать здесь только предположения, а не утверждать, что раз есть нервы, следовательно, и кислота действует через нервы? Ведь я вам говорил, что все отдельные части организма связаны между собой двояким способом: нервами и жидкостями. Все тело пропитано кровью и лимфой, которые проникают во все уголки тела. Значит, есть еще, кроме нервов, и другая связь — жидкости. В данном случае можно себе представить, что когда вы влили кислоту, она всосалась в стенки двенадцатиперстной кишки и попала в кровь. Кровью она была принесена к клеткам панкреатической железы, где могла влиять уже непосредственно. Значит, могут быть две формы связи: одна посредством нервов и другая — жидкостная, гуморальная связь. Оба предположения вполне законны, и надо разобраться, в чем же тут дело. Первые опыты говорили в пользу первого предположения. Решить вопрос о том, как действует кислота, можно таким, например, опытом: перерезать нервы, и если после этого кислота будет действовать, то очевидно, что действие не только нервное. Но такой опыт трудно выполнить, потому что никогда нельзя ручаться, что все нервы, связывающие кишку с поджелудочной железой, перерезаны. Это совершенно невозможно, и проект является неосуществимым. Другой проект — совершенно рациональный. Если связь эта есть жидкостная связь, то можно попытаться впрыснуть кислоту в кровь. Этой кровью кислота поднесется к клеткам панкреатической железы и, следовательно, может действовать, как и в случае всасывания кровью, через стенки duodenum. Такие опыты делались, и, однако, панкреатический сок не выделялся. Впрыскивали кислоту в кровь или вводили в нижнюю часть пищеварительного канала — всасывание происходило, выделения же сока не было. Такие опыты привели к заключению, что возбуждение поджелудочной железы есть исключительно рефлекторный акт. Здесь, с одной стороны, дана возможность нервного действия, так как нервы есть, а с другой — исключена возможность гуморальной связи, так как кислота через кровь не оказала никакого действия. Вы приходите к заключению, что работа эта есть исключительно нервная работа. И, представьте себе, это оказалось неправильным. Повидимому, это не должно

было подлежать никакому сомнению, а на деле оказалось не так. Здесь оказался такой неожиданный механизм, что о его существовании логически никто не мог догадаться. Два англичанина, которые делали подобные опыты, совершенно не сомневаясь в том, что отделение панкреатического сока под влиянием кислоты есть акт рефлекторный, для некоторых целей поставили такой опыт: они взяли часть кишки и совершенно перерезали все нервы (на маленьком кусочке кишки это можно сделать), влили в изолированный кусочек кишки кислоту, и, хотя нервы все были перерезаны, тем не менее кислота возбудила отделение сока. Судя по прежним опытам, выходило, что возбуждение от кислоты не есть химическое действие, а по этому опыту выходит, что оно и не нервное действие.

Как же мы будем решать этот вопрос? Выход один: нужно принять, что происходит что-то при переходе кислоты из кишки в кровь. Если все нервы перерезаны, то надо принять, что здесь кислота действует через кровь, но это предположение исключено опытами, следовательно должно действовать что-то другое. Авторы этого опыта (с изолированным кусочком кишки) на том и остановились и решили, что кислота действует не сама, а при посредстве некоего вещества. Они представили себе это дело так, что когда кислота идет из кишки в кровь, то она что-то захватывает из стенки кишки и это-то вещество, захваченное из кишечной стенки, приносится к клеткам панкреатической железы и раздражает их. Дальше надо было проверить это, и они проверили таким образом. Они взяли слизистую оболочку кишки, растерли ее, настояли с кислотой и этот настой впрыснули в кровь. Такой кислый настой отлично вызывал сокоотделение. Они назвали это сокогонное вещество секретином. Кислоту в настое можно нейтрализовать, а секретин все же будет действовать. Подробности фактов, которые мы знаем, совершенно гармонируют с этим толкованием.

Как я вам говорил, кислота действует только с определенных мест пищеварительного канала. Она не действует из желудка, также не действует, когда находится в нижнем отделе тонких кишек или в толстых кишках, а действует только из duodenum да из верхней половины jejunum. Оказалось, что только настойка из слизистой оболочки этих отделов и вызывает отделение поджелудочного сока. Если же вы сделаете настойку из слизистой оболочки желудка или прямой кишки, то она не вызовет сокоотделения. Имеются еще и другие факты, которые я вам завтра покажу, подтверждающие это объяснение. Если у животного трудно перерезать все нервы, по

которым передаются раздражения с кишки на поджелудочную железу, и если такая форма опыта невозможна, то тем не менее у нас имеется более простой способ исключить влияние нервов. Есть яд атропин, действие которого вы уже знаете. Вы можете найти n. vagus или n. sympathicus, затем в кровь животному впрыснуть атропин, и вы без ножа прекратите влияние нервов лучше, чем с ножом. Раздражения этих нервов на отравленном животном окажутся совершенно недействительными. И вот, когда вы, парализовав таким образом нервы, впрыснете настой слизистой кишки, то начнется работа железы. Таким образом вы разными методами убеждаетесь в том, что указанный механизм (гуморальный) верен.

Я вам покажу, как эта самая идея нашла себе применение на других железах — на молочных. Вам известно, что у самок во время родов и незадолго до родов начинают развиваться молочные железы. До беременности они не работают, наступление же конца беременности и роды влияют возбуждающим образом на молочные железы. Сначала думали, что это нервное влияние, но как ни бились, соответствующей нервной связи найти не могли. Делали так, подрезали почти всю грудь, и все-таки влияние беременности сказывалось. Дело оставалось недоисследованным, пока не были произведены опыты с поджелудочной железой. Авторы опытов с поджелудочной железой решили произвести такие же опыты и с молочными железами. Оказалось, что в матке, в плаценте (в кровяном листке, который объединяет кровообращение матери с кровообращением плода) имеется особое химическое вещество, которое, входя в кровь, возбуждает деятельность молочных желез. Когда они стали делать настойку из этой плаценты или из самого зародыша и впрыскивали в кровь небеременным или даже девственницам, у последних начинали развиваться грудные железы. Так вот, следовательно, в возбуждении поджелудочной железы несомненно должна играть роль гуморальная связь. Действовать здесь может не только соляная кислота, но и другие кислоты.

Химическая природа секретина еще не исследована как следует. Это вещество нисколько не страдает от кипячения, и, судя по этому, оно не фермент. Пока его считают, именно на основании кипячения, не ферментом, хотя, может быть, впоследствии, когда будут установлены более точные определения ферментов, надо будет причислить и секретин к ферментам.

Теперь мы опять займемся опытом. Опыт с действием кислоты уже в полном разгаре. За 45 минут выделилось 30 куб. см панкреатического сока.

А вот ход отделения панкреатического сока на мясо. Очевидно, что в желудке образовалось много желудочного сока, сок этот перешел в duodenum и получилось колебание в отделении сока в связи с теми порциями пищи, которые перешли из желудка в кишку.

Значит, вы теперь поняли способ действия кислоты. Сильную помощь всем нашим соображениям в этой области окажут завтрашние опыты. Мы проверим почти все факты, повторим еще раз пройденное, и я надеюсь, что все закрепится в вашей памяти. Два действия — акт еды и действие кислоты — не оставляют сомнений в том, что существуют две связи: и гуморальная и нервная.

Теперь остается интересный вопрос, который до сих пор еще не решен окончательно. В какой степени, при каких случаях действует тот или иной механизм? Надо думать, что у каждого из них особые случаи приложения. Это так и есть, и вот какая существует разница между ними. Если вы обратитесь к составу сока, выделившегося от акта еды, и к кислотному соку, то вы увидите, что между ними имеется существенная разница. В то время как сок от первого раздражения очень густой, сок, полученный от действия кислоты, очень жидкий. Значит, в то время как нервы обеспечивают доставку главным образом органических составных частей желудочного сока, кислоты вызывают секрецию преимущественно соды. Нервы заставляют железу вырабатывать главным образом ферменты, кислоты же — содовый раствор. Мы сейчас можем это проверить.

Сейчас я могу быстро ориентироваться посредством кипячения, с каким соком мы имеем дело. Чем больше белка, тем больше, следовательно, и фермента. Мы вскипятим оба сока, и вы увидите, что кислотный сок даст слабую муть, а нервный — большой осадок. Это вот сок от кислоты, который, как вы видели, выделялся с большой быстротой, а вот там — на пищу — его вытекло за час 12.4 куб. см. Как видите, сок от кислоты, выливавшийся быстро, при кипячении еле мутнеет, никакого осадка нет, имеется только опалесценция; сок же, который вытек от еды мяса, дает прямо-таки хлопья; ясно, что свертывание здесь гораздо энергичнее. Кислотный сок, значит, жидкий сок, сок же, выделившийся под влиянием акта еды, — гораздо более богат белком, а следовательно и ферментом.

Раз мы знаем, что имеются два различных сока, вызываемых различными возбудителями, раз эти возбудители действуют на панкреатическую железу различно, то возникает мысль, что нормальная работа — это соединение этих двух работ, а все колебания находятся в связи с тем, какие раздражители в дан-

ное время действуют. В последнее время проделаны опыты, которые совершенно отчетливо показывают, каким образом эти два раздражителя встречаются друг с другом и что тогда происходит. Если вы, положим, покормите собаку жиром, вы получите тогда выделение с известной скоростью сока, довольно богатого ферментом. Как же действуют здесь эти возбудители? Это возможно проверить при воздействии на собаку атропином, благодаря которому мы исключаем действие нервов. И вот наблюдается вполне определенный результат. Количество сока теперь такое же, но сок получается очень бедный ферментом. Ясно, что качество сока зависит главным образом от нервов, количество же — от гуморальной связи. Значит, надо допустить, что и при действии жира имеют место и нервная и гуморальная связи. Вот вам факты, которые относятся к общей деятельности панкреатической железы. Вы видите, что эти факты представляют не меньший интерес, чем факты, полученные при изучении пепсиновых желез.

В отношении панкреатической железы у меня остается еще один пункт — это вопрос о клеточной физиологии. Надо сказать, что тут мы знаем еще меньше, чем о пепсиновых железах. Вы видите, что было много фактов о панкреатической железе как о целом органе; что же касается клеточной теории, то здесь имеется очень мало сведений. Выступает резко только один факт: ясное отражение внутренних секреторных процессов на морфологическом виде панкреатической клетки. Возьмем отдельную дольку. Долька состоит из клеток; каждая клетка состоит из двух частей, на границе которых лежит ядро. Внутренняя часть клетки более зерниста, наружная — более прозрачна. Если вы заставите железу выделить много сока и потом будете микроскопически рассматривать клетку, то вы увидите, что внутренний слой клетки сильно уменьшился, зато наружный слой ее увеличился, взяв, очевидно, вещества из крови. Одному исследователю удалось видеть на кролике, как изменяется от работы панкреатическая клетка. Дело в том, что брыжейка у кролика очень тонка, и вы, вытянув часть брыжейки с долькой и положив ее под микроскоп, можете непосредственно наблюдать изменения в структуре при работе клетки. Вы видите, как уменьшается внутренний слой и увеличивается наружный. Но этим все не исчерпывается, остается еще много не решенных вопросов.



Лекция двадцать вторая

ИННЕРВАЦИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Вот собака с панкреатической фистулой, у которой вчера после введения мяса было отделение панкреатического сока. Сейчас мы введем ей в желудок 100 куб. см масла. Вчера вы видели «мясное», а сегодня увидите «жировое» панкреатическое отделение. До начала опыта у нее за 40 минут выделилось только 0.5 куб. см сока — почти полный покой железы.

Затем мы приступим к острому опыту, дающему возможность изучить иннервацию панкреатической железы; на нем я и покажу все те факты, о которых речь была на предшествующих лекциях. Собака, которую сюда сейчас привели, оперирована особым образом. Этот опыт, совершенно простой и легко воспроизводимый, не дается многим физиологам и не дается потому, что они упорствуют и не хотят воспроизвести его в такой именно обстановке, в какой нужно и в какой на ваших глазах мы его воспроизведем. Те самые англичане, которые открыли секретин, до сих пор никак не могут успешно поставить этот опыт. Собака, как видите, совершенно неподвижна, потому что головной мозг у нее отрезан от спинного и все раздражения доходят только до спинного мозга и уже не распространяются дальше на головной. Понятно, что раз перерезан спинной мозг, то прекращается дыхание, и потому мы производим его искусственно. Перерезка спинного мозга и есть то необходимое условие, без которого опыт не удается. Дело в том, что, как я вам сказал уже, если вы у животного во время пищеварения разрежете проток поджелудочной железы и вставите трубочку, то сок не потечет. Это происходит потому, что панкреатическая железа очень чувствительна ко всяким раздражениям, падающим на организм; они тормозят отделение сока. Торможения

же эти могут достигать панкреатической железы только при целости связи головного и спинного мозга. От головного мозга идет задерживающий рефлекс: он-то и прекращает сокоотделение. Следовательно, если вы хотите, чтобы панкреатическая железа осталась в работе, вы должны этот рефлекс исключить, что и достигается перерезкой спинного мозга, отделением его от головного. Теперь уже ничто не может остановить, задержать деятельность панкреатической железы. Сколько ни оперируйте, сколько ни раздражайте такое животное, сок будет течь, так как задерживающие влияния уже не могут передаться железе. Если вы имеете достаточный опыт, то перерезайте спинной мозг сразу под легким наркозом. Когда это сделано, вскрываются две полости: грудная, чтобы достать блуждающий нерв, и затем брюшная, где берется панкреатический проток. Нерв, конечно, было бы гораздо лучше взять на шее, но этого сделать нельзя, потому что n. vagus дает многочисленные ветви, имеет отношение к массе органов, а одни из важнейших ветвей, идущие к сердцу, останавливают при их раздражении деятельность сердца. Следовательно, если брать нерв на шее и раздражать его там, то получится задержка деятельности сердца и остановка кровообращения. Во избежание этого необходимо проделать операцию в грудной полости ниже места отхождения сердечных ветвей. Потом вскрывается брюшная полость и в панкреатический проток вставляется канюля. По этой канюле сок будет входить в особую трубочку; к трубочке приложена миллиметровая линейка, по которой можно отсчитывать скорость выделения сока. Сейчас жидкость стоит на 60 мм. Отделения сока почти нет — самое ничтожное движение. У нас оба блуждающих нерва перерезаны в грудной полости. Мы раздражаем левый нерв, и вот теперь начинается сокоотделение: 65, 66, 67, 68, 69 . . . 81, 82 . . . 89, 90.

Вы, вероятно, заметили следующий факт. Пока раздражали нерв — отделения почти не было, как только перестали раздражать — отделение началось.

Что же это значит? Дело в том, что в блуждающем нерве, как я вам уже говорил, вы имеете не один, а два рода волокон. Одни оказывают задерживающее влияние, другие — возбуждающее. Когда вы раздражаете нерв, то электрический ток пронизывает всю толщу нерва, причем в это время, во время раздражения, задерживающие нервы оказывают гораздо большее влияние, чем возбуждающие. Но раздражение живет гораздо дольше в возбуждающих волокнах, чем в задерживающих. В возбуждающих нервах имеется, так сказать, после-

действенное раздражение. Во время самого раздражения нервов, значит, берут перевес задерживающие волокна, а затем по прекращении раздражения обнаруживают свое действие возбуждающие. Так как задерживающие волокна более ранимы, чем возбуждающие, то сейчас вы увидите еще вот что: если мы долго будем раздражать этот нерв, начнется обильное выделение. Одно свойство задерживающих ветвей — их меньшая жизнеспособность, другое их свойство — прекращение действия сейчас же по окончании раздражения. Теперь отделение дошло уже до 180 мм. Сейчас отделение почти прекратилось. Подействуем током еще раз. Вот уже начинается: 190, 191 . . . 199, 200. При втором раздражении действие началось во время самого раздражения. Достаточно было один раз сильно подействовать на нерв, чтобы задерживающие нервы перестали работать. 230, 235. . . 250. . . 255. Вот уже приходится считать пятерками, потому, что теперь действуют только возбуждающие волокна . . . 270. . . 280. Теперь уже приходится считать десятками. Факт в высшей степени убедительный. Весь этот ряд явлений объясняется, следовательно, особенными соотношениями обоих родов нервных волокон. Заметьте еще вот такие подробности: в первый раз во время раздражения отделения почти не было, и только тогда, когда мы перестали действовать током, отделение началось; при вторичном раздражении отделение началось во время раздражения и затем все более и более усиливалось. Это факты, а теперь повторю еще раз толкование.

Из указанных фактов можно притти к выводу, что в вагусе — два рода волокон, действующих противоположно. Понятно также, что при одновременном их действии должна получиться некоторая путаница. Если раздражать не очень долго, то перевес берут нервные тормоза и выделения нет. Но после раздражения выделение начинается, следовательно влияние задерживающих нервов ослабевает и перевес берут возбуждающие нервы. Когда мы раздражали второй раз, то сразу началось сокоотделение. Это объясняется, повторяю, следующим: имеется разница в жизнеспособности, в жизнеустойчивости нервных волокон. Первыми ослабевают задерживающие волокна, а поэтому мы при повторных раздражениях нерва наблюдаем выделение сока. Если бы такой разницы в жизнеспособности волокон не было, то не было бы никакого выделения.

Еще раз повторим этот опыт. Сок в трубочке стоит на 25 мм. Начинаем раздражать нерв. Вот началось отделение сока: сейчас уже 29, и на наших глазах оно будет ускоряться: 32, 33. . . 39, 40. . . 45. . . 50. . . 55. Одним словом, отделение

идет и чем дальше, тем больше: 70. . . 75. Скоро нужно будет считать уже десятками.

Факт возбуждающего действия нервов не подлежит никакому сомнению, а мнение о существовании задерживающих нервов, конечно, является гипотетичным. Оно, впрочем, подтверждается на других нервах. Есть совершенно аналогичные положения в других органах. Мы встретимся с этим в главе о кровообращении. Там тоже есть и задерживающие и возбуждающие нервы, только они идут в различных стволах, и, следовательно, можно хорошо изучить их свойства и взаимные отношения. В свое время, когда мы приступим к изучению нервов, управляющих сердцем и кровообращением, я расскажу об этом подробнее.

Чтобы наш опыт произвести совершенно точно, устраивают так. Ведь можно думать, что при раздражении вагуса получается отделение и желудочного сока, который попадает в duodenum и оттуда уже действует как возбудитель на панкреатическую железу. Вы можете сказать еще, что в желудке могла быть кислота раньше и что вагус как двигательный нерв желудка направляет эту кислоту в кишку и тем вызывает отделение панкреатического сока. Но вы знаете, что если ввести в двенадцатиперстную кишку кислоту, то надо ждать семь-восемь минут, чтобы началось отделение, а у нас оно началось уже через несколько секунд. Наконец кислота вызывает очень слабый сок, а я вам сейчас покажу, до какой степени крепок сок, полученный нами сейчас. Вы увидите, что этот сок при нагревании свернется почти как яичный белок. Он густой, вроде сиропа. Следовательно, это не кислотный сок, который, как вы знаете, очень жидок. У нас здесь перерезан блуждающий нерв, но ведь к pancreas подходит еще и симпатический нерв. Мы впрыснем атропин и освободимся таким образом от действия всех нервов. Вы увидите, что тогда раздражение нервов не вызовет отделения. Ну вот, теперь яд имел уже достаточно времени развить свое действие. Определение стоит сейчас на 5 делениях. Впрочем, есть уже маленькое движение. Вот дошло уже до 13, теперь 14. За полторы минуты выделилось всего 12 мм. Действие, значит, резко упало. Вместо 70—100 мм мы за полторы минуты получили всего 12. При атропине обыкновенно зрачок сильно расширяется, а тут он мало расширен; можно думать, что атропин еще не попал, куда следует. Вольем еще 2 кубика атропина. Теперь мы можем считать, что с нервами у нас покончено. Однако, когда мы вольем в двенадцатиперстную кишку кислоту, она все-таки вызовет отделение сока. Вливаем 20—30 куб. см 0.5%-го

раствора соляной кислоты. Проходит обыкновенно минут семь-восемь, пока разовьется действие. Пока выделения нет, мы попытаемся еще раздражать вагус. Видите — отделения не появляется, следовательно нерв совершенно парализован. Будем ждать теперь, как подействует кислота. Прошло только три минуты. Ну вот, уже начинается отделение: 79, 80, 81. . . 92, 93. . . Кислота действует определенным порядком. Вот уже 95, несмотря на то, что никакого действия нервов нет. 97, 98. . . 100. Вот уже 110. . . 114, 115. . . 119. Теперь все сильнее. Мы нарочно прибавляем больше кислоты, чтобы совершенно удалить сок, который получился от нервного возбуждения. Теперь смотрите, с какой быстротой идет; уже надо считать пятерками. Мы получим много сока, однако вы увидите, что это совсем другой сок. А затем, по прекращении сокоотделения, вызванного кислотой, мы впрыснем прямо в кровь секретин. Это вызовет очень сильное отделение.

Мы вводим секретин прямо в кровь, и он очень скоро развивает стремительное действие. Вот, видите, пошло: 50, 55. . . 180, 190, 195. . . Здесь очень резкое действие секретина. 240, 250. . . 280. Теперь мы выждем немного, пока действие приостановится, и впрыснем другой кубик секретина. Выделение идет с чрезвычайной быстротой. Давайте замечать по времени, с какой именно быстротой идет оно: 100, 110, 120. . . в полминуты 40 делений. Видите, какое можно вызвать сильное отделение без помощи нервов. Впрыснем теперь еще порцию секретина. Посмотрим, сколько выльется за полминуты. Последний раз до этого впрыскивания было 25 делений в полминуты, а после впрыскивания — 60—70 делений. Видите, как сильно действует секретин.



Лекция двадцать третья

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЧИ. — ЗНАЧЕНИЕ ЖЕЛЧИ В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

На этой собаке будет показано раздражающее действие мылов. У собаки сейчас нет отделения панкреатического сока, введем мыло и посмотрим, что из этого выйдет. На той рыжей собаке будет сделан опыт, относящийся в выделению желчи. Сейчас отделения желчи у нее нет, мы вольем жир и посмотрим, какое это окажет действие.

Мы познакомились уже с деятельностью панкреатической железы, которая выливает свой сок в двенадцатиперстную кишку. В двенадцатиперстную кишку вливается и другая жидкость, которая принимает весьма существенное участие в переработке пищи. Эта жидкость, которой мы теперь займемся, есть желчь. Вырабатывает эту жидкость один из самых больших органов (если не самый большой), а именно — печень. Первый вопрос, который мы себе поставим, — это: как получить чистую желчь и как наблюдать ее поступление в пищеварительный канал, в duodenum? В данном случае эти вопросы стоят совершенно особенным образом. Эта особенность заключается в следующем. При изучении работы слюнных, желудочных, панкреатической желез мы видели, что жидкость вырабатывалась только тогда, когда это было нужно, а именно — во время пищеварения; в печени же постоянно наблюдается отделение желчи, причем там имеется нечто вроде складочного помещения — желчный пузырь, так что продукт выделения не должен обязательно сейчас же выливаться в пищеварительный канал, а может оставаться в этом депо. Итак, здесь выработка желчи, ее получение отделено от поступления ее в пищеварительный канал. Она задерживается в желчном пузыре и потом уже вводится в пищеварительный канал.

Понятно, что методика изучения желчи должна преследовать две цели. Одна — следить за производством желчи печенью, другая — следить за поступлением желчи в пищеварительный канал. Если вы хотите получать желчь и следить за ее выработкой, то для этого надо перевязать известную часть желчного протока, чтобы желчь не выливалась из печени в кишки, а из желчного пузыря сделать обыкновенную фистулу. Отдельные части желчных протоков называются ductus hepaticus, ductus cysticus и ductus choledochus. Итак, если вы хотите следить за выработкой желчи, то вы должны перевязать ductus choledochus, а из желчного пузыря сделать фистулу. Такая фистула была сделана давно; с ее помощью можно получить совершенно чистую желчь. Но этим достигается решение только одной задачи. Вы не знаете еще, когда и в каких количествах поступает желчь в пищеварительный канал. Для решения этой задачи надо сделать фистулу в конце ductus choledochus. Следовательно, нужно поступить совершенно так же, как и в случае с изучением работы панкреатической железы. Необходимо вырезать кусочек стенки двенадцатиперстной кишки вместе с отверстием ductus choledochus и вшить этот кусочек в отверстие брюшной раны (рис. 10). Тогда можно будет наблюдать нормальный ход поступления желчи в пищеварительный канал.

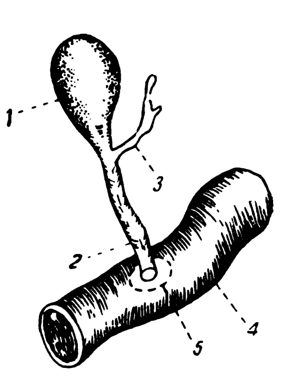


Рис. 10. Схема операции постоянной фистулы общего желчного протока.

1 — желчный пузырь; 2 — общий желчный проток; 3 — печеночный проток, доставляющий желчь из печени в желчный пузырь (на рисунке он обрезан); 4 — кишка; 5 — кусочек кишки, вырезанный при операции вместе с отверстием желчного протока для пришивания его к брюху собаки.

Что касается свойств желчи, то я на них особенно много останавливаться не буду, так как вы узнаете о них подробно на лекциях физиологической химии. Эта жидкость открыта уже давно и давно известна физиологам. Под наблюдение человека из внутренних жидкостей попала раньше всего желчь, не считая, конечно, слюны. Это случилось, во-первых, потому, что она скопляется в желчном пузыре и всегда бывает там в изрядном количестве, а во-вторых, потому, что она окрашена.

Во время жертвоприношения или закалывания скота, когда приходилось вскрывать животное, часто обращали внимание

на эту, иногда очень резко окрашенную жидкость. Однако, хотя эта жидкость давно известна, она еще очень мало изучена, и именно, пожалуй, потому, что она слишком давно известна. Тогда были слишком несовершенные способы исследований, а теперь ею не интересуются, все берутся за новые, неисследованные вещи.

Желчь — жидкость желто-бурого или зеленого цвета, щелочной реакции. Цвет ее обусловливается концентрацией. Если она концентрирована, то она темнобурого цвета. Если же она жидка, то много светлее. У травоядных она зеленого цвета, у плотоядных — желто-бурого. Консистенция ее очень различна: от довольно жидкой с 1.5%-м содержанием плотных веществ и до относительно густой с 12—15% плотных веществ. Что же касается ее химического состава, то я назову только главные составные части. Это, во-первых, парные желчные кислоты: гликохолевая и таурохолевая; затем желчные пигменты: билирубин и биливердин; далее холестерин, муцин, лецитин, мыла, жиры, неорганические соли. Ферментных веществ там констатировано три: фермент, действующий на крахмал, фермент, действующий на белок, и фермент, действующий на жиры. Эти ферментные вещества имеются в относительно малых количествах.

Вы видите, что состав желчи очень сложный; отсюда следовало как будто ожидать, что и значение ее должно быть очень велико. Надо было думать, что в желчи ничего лишнего нет, и, следовательно, физиология должна указать, какой смысл, какое значение имеют все ее составные части. Следовало ожидать, что физиология желчи будет очень сложна. Но на деле оказалось, что эта физиология очень скудна содержанием. Правда, желчи приписывалось раньше очень много функций, но все, что ей приписывалось, не подтвердилось, и теперь ее физиология — скудная физиология. Как понять такое противоречие между сложным составом желчи и ее несложным физиологическим значением? Это надо объяснить тем, что пока еще многого не знают, а только со временем будут знать. Можно полагать, что не разобрались еще в важности желчи.

Но есть факты, показывающие, что ее значение и в самом деле не очень велико. Ведь хотя бы то обстоятельство, что здесь имеется желчный пузырь и что печень постоянно выделяет желчь. В важных для пищеварения жидкостях этого не бывало: там соки выделялись только в определенное время и в нужных количествах. А здесь мы видим, с одной стороны, что печень все время выделяет желчь, а между тем в пищеварительный

канал желчь вводится только в определенное время. Следовательно, за печенью надо признать две функции: экскреторную и секреторную. Вы понимаете, что в результате химических жизненных процессов должны образовываться ненужные для организма выбрасываемые вещества. Следовательно, раз печень работает, независимо от того, есть нужда в желчи или нет, то это не будет чисто секреторная деятельность, и нужно признать, что желчь только частью утилизируется для физиологических целей, для нужд пищеварения, а частью является экскретом. Если бы она совершенно не была нужна, то очевидно, что ее выводной проток не выливал бы желчь в duodenum, а помещался бы гораздо ниже — в конце пищеварительного канала. Вы видите, таким образом, что желчь в основном — отброс и что только часть ее употребляется для пищеварительных целей. На это указывает то, что она выливается только в определенные периоды пищеварения.

Мы сначала займемся пищеварительным значением желчи. В этом отношении я вам укажу сначала на общее ее пищеварительное значение. На кролике был поставлен опыт, при котором можно было наблюдать следующее. Пока жир проходит промежуток от впадения в duodenum желчного протока до впадения панкреатического протока — млечные сосуды бесцветны. Когда же он дойдет до места поступления панкреатического сока, то дальше уже млечные канальцы оказываются резко окрашенными в белый цвет. Что же выходит из этого факта?

Из него выходит как будто, что, для того чтобы жир мог проникнуть сквозь стенки кишек, необходимо действие только панкреатического сока, потому что только после действия панкреатическим соком происходит всасывание жира. Этот опыт, проделанный Клодом Бернаром, показал, что панкреатический сок разлагает жиры, но вопрос о значении желчи оставил темным. Другой француз, несколько менее известный, Дастр сделал поправку. Он взял нижележащую часть кишки, завернул ее и соединил желчный проток с этой частью кишки. Теперь в кишечник сначала стал вливаться панкреатический сок, а потом уже желчь. И вот оказалось, что млечные сосуды не окрашиваются до места вливания желчи. Таким образом выяснилось, что один панкреатический сок тоже не разлагает жиров. Необходимо соединенное действие этих двух жидкостей. На основании этих двух опытов пришли к заключению, что ни тот, ни другой сок не действует отдельно. Эти опыты очень интересны, они показывают связь между этими двумя жидкостями. С жиром дальше происходит следующее. На

время перехода через стенку кишек он разлагается, а потом опять, пройдя стенку кишек, соединяется и в млечные сосуды поступает в виде цельного нейтрального жира. Когда собака совершенно лишена желчи, то у нее начинаются поносы, расстройство пищеварения и т. д., а собак с выведенным наружу желчным протоком очень трудно сохранить длительное время.



Лекция двадцать четвертая

ЖЕЛЧЬ КАК ФАКТОР, ВЫЗЫВАЮЩИЙ АКТИВНОСТЬ СТЕАПСИНА. — ОБРАЗОВАНИЕ ЖЕЛЧИ. — ВОЗБУДИТЕЛИ ВЫХОДА ЖЕЛЧИ В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ. — КИШЕЧНЫЙ СОК И МЕТОДИКА ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ. — БРУННЕРОВСКИЙ ОТДЕЛ ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ]

Вчера я сообщил вам о двух наблюдениях французских физиологов над кроликом. Одного — при нормальном положении желчного и панкреатического протоков, другого — при искусственном перемещении этих протоков. Эти давние опыты с несомненностью установили, что желчь имеет отношение к перевариванию жира. Когда Клод Бернар хотел судить по млечным сосудам о значении желчи, то он видел, что выше панкреатического протока млечные сосуды не белели. Другой же физиолог, Дастр, переместил у кролика расположение этих двух протоков, так что желчь поступала в двенадцатиперстную кишку гораздо ниже панкреатического сока, после него. Оказалось, что один панкреатический сок тоже не мог разложить жира, и только ниже места впадения желчи получилось указание на переход разложенного жира в млечные сосуды. Из этого стало видно, что для полного разложения жира требуется действие этих двух жидкостей, чем устанавливается важное значение желчи. Установлено, что собак, у которых желчный проток выведен наружу, совершенно нельзя кормить жирной пищей. Вы сами видели, что введение в желудок жира обязательно вызывает выделение желчи. Из всего этого ясно, что желчь имеет важное физиологическое значение, причем именно по отношению к жиру.

Вы уже знаете, что в клетках желудочных желез находится пепсин, но он там неактивный, недеятельный. Для того чтобы он сделался активным, необходимо подвергнуть его некоторому

химическому воздействию кислоты. Следовательно, в клетках он не активен, а когда к нему прибавляется кислота, он становится активным. Этот факт имеет большое значение. Многие другие ферменты до поры до времени остаются недеятельными, причем иногда они и в пищеварительном соке по выходе из клеток остаются неактивными. Нужно присутствие некоторых веществ, называемых киназами, для превращения их в деятельное состояние. В отношении пепсина такой киназой служит кислота. Но и здесь при жировом ферменте мы имеем также дело с киназой. Желчь служит киназой для жирового фермента панкреатического сока. Тот факт, что ферменты по выходе из желез подвергаются действию киназ, имеет очень большое значение. Если бы в железе находились рядом активные ферменты, то они могли бы разлагать один другого. Ферменты — тела белковой природы, и потому белковый фермент мог бы переварить, разрушить другие ферменты — жировой и углеводный — в поджелудочной железе. Лишь благодаря тому только, что они не деятельны без киназ, они не уничтожают друг друга. Весь организм проникнут ферментами, но они друг друга не уничтожают, потому что находятся в недеятельном состоянии. Так и в данном случае. Жировой фермент панкреатического сока не только в клетке находится в неактивном состоянии, но и в соке, и активируется он именно при помощи желчи. Желчь служит для него киназой. В настоящее время уже вполне установлено, что именно желчь активирует этот фермент. На этом и основана пищеварительная деятельность желчи. Сама желчь не действует на жиры, но, втречаясь с панкреатическим соком, она становится его химическим помощником, она его активирует. Жир есть сложное вещество, которое под влиянием панкреатического сока в присутствии желчи разлагается на глицерин и жирные кислоты. Судить о разложении жира можно путем приливания к полученной жидкости точного раствора щелочи до полной нейтрализации освободившихся из жира кислот, причем конец этого приливания определяют посредством фенолфталеина. Должен сказать вам, что мы разлагаем сейчас не органический жир, а химический аналог его — монобутирин. Глицерин соединен здесь с масляной кислотой.

Мы поставим четыре опыта. Возьмем один монобутирин, монобутирин плюс панкреатический сок, монобутирин плюс желчь и, наконец, монобутирин плюс панкреатический сок плюс желчь. Потом определим количество образовавшейся в каждом опыте кислоты. Вот у нас четыре порции монобутирина. Приливаем к ним пакреатический сок и желчь. Затем

подвергнем их действию тепла в термостате и определим, сколько в каждой порции образовалось кислоты. Понятно, что для точного сравнения надо будет реакцию прекратить одновременно во всех пробирках, с тем, чтобы она осталась на той стадии, до которой она к этому времени дошла. Для этого есть два метода. Оба они зависят от действия температуры — можно опустить пробирки или в кипящую воду, или же в лед, и тогда реакция остановится.

Как я уже говорил, желчь в известной степени помощник панкреатического сока, она активирует неактивный фермент панкреатического сока — стеапсин. Суть дела заключается в том, что парные кислоты желчи являются киназами, активаторами.

Ну вот, все четыре порции стояли в термостате. Теперь погрузим их в кипяток. Мы горячей водой убиваем фермент, останавливаем реакцию. Сейчас мы прибавим указатель — фенолфталеин, а затем начнем приливать щелочной раствор до стойкого покраснения жидкости. Вот один монобутирин; здесь для нейтрализации образовавшейся при разложении монобутирина жирной кислоты вполне достаточно оказалось 0.1 куб. см щелочи. К монобутирину с желчью прибавили 0.2 куб. см, затем к монобутирину с панкреатическим соком — 2 куб. см, а к монобутирину с панкреатическим соком и желчью — 4.4 куб. см. Надо считать, что монобутирин один и монобутирин с желчью никакого действия не оказали. Панкреатический сок увеличил кислотность, но всего больше (в 2½ раза) увеличилась кислотность при прибавлении панкреатического сока с желчью. Вам ясно теперь, что желчь сама по себе не разлагает жира. При некоторых условиях панкреатический сок становится способным иногда прямо производить разложение, иногда же нет.

Когда я вчера говорил о химизме желчи, я упомянул холестерин, лецитин и т. д. О них ничего определенного не известно; можно предполагать, что они предназначены к удалению из организма. Но там имеются еще вещества ферментные, про которые никак нельзя сказать, что они предназначены к удалению. Какое же значение имеют эти ферменты? Зачем наряду с сильными ферментами — трипсином, стеапсином и т. д. — существуют также и слабые ферменты? Это еще не известно.

После рассмотрения химической роли желчи мы перейдем теперь к изложению того, что известно о выработке желчи и о поступлении ее в пищеварительный канал. Что касается первого вопроса, то ответ на него можно найти с помощью фистулы желчного пузыря, на второй же вопрос — с помощью

фистулы конца ductus choledochus. Имеются определенные данные о том, что отделение желчи, выработка ее происходят постоянно. Желудочный сок, панкреатический сок выделяются только по мере надобности, но с желчью дело обстоит иначе. Желчь постоянно вырабатывается печенью, что и заставляет физиологов думать, что это есть экскрет. Несмотря, однако, на то, что выделение желчи происходит постоянно, это выделение зависит от многих условий и сильно колеблется. Оказывается, что из различных родов пищи наиболее возбуждающим, желчегонным является жир, на втором месте стоит мясо и всего меньше действуют углеводы. Кроме того, известно, что сильнейшим возбудителем выделения желчи является сама желчь, когда она находится в крови. Есть и другие вещества, которые оказывают некоторое влияние на выделение желчи.

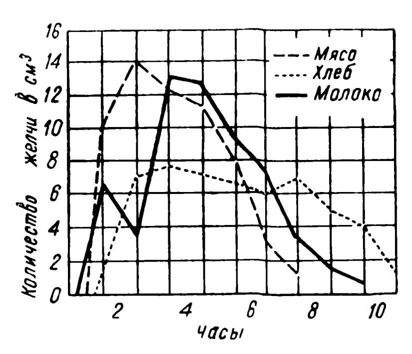


Рис. 11. Выход желчи при еде мяса, хлеба и молока.

Теперь другой вопрос: каким образом выводится желчь в пищеварительный канал, какие условия влияют на это? Этот вопрос нас больше должен занимать. Что же мы в этом отношении знаем? Первый основной факт мы уже установили. Когда пищеварения нет, нет и выделения в пищеварительный канал желчи; как только появляется в пищеварительном канале пища, так начинается и выливание желчи. Это вы видели вчера. Да и сегодня то же самое: к началу опыта отделения не было или было очень слабое, когда же собаке дали молоко, то началось выливание, желчь потекла в пищеварительный канал. Оказывается при этом, что и здесь, так же как и при других жидкостях, течение желчи совершается очень различно. Если вы проделаете соответствующие наблюдения, то увидите, что разная пища вызывает различное количество желчи, ход выливания каждый раз различен. Я вам сообщу некоторые данные относительно выливания желчи. Всего больше вызывает выливание желчи жирная пища; всего меньше — углеводная пища, хлеб например; мясо вызывает среднее количество желчи. Что же касается распределения желчеотделения по времени, то в этом отношении наблюдается следующее (рис. 11). При молоке обычно через некоторое время после вливания начинается выделение желчи, продолжающееся минут 15—20,

потом наступает перерыв — минут 40 ничего не выделяется, а потом выделение начинается снова. При хлебе и мясе такого соотношения не наблюдается. Там тоже имеются маленькие волнообразные колебания, но они стоят в связи с поступлением пищи. При хлебе выделение начинается не сразу, иногда минут через 20—30. Значит, и выделение желчи стоит в прямом соотношении с родом пищи, изменяется в зависимости от того, что поступает в пищеварительный канал.

Дальше возникает вопрос, какие именно свойства пищи обусловливают поступление желчи. Оказывается, что и здесь происходит то же, что мы видели раньше. И здесь имеются вполне определенные возбудители, причем есть и такие, с которыми мы еще не встречались. Условное раздражение в данном случае не имеет решительно никакого влияния. Для желчи этот раздражитель не существует. Следовательно, раздражители для желчи имеются только внутренние. С первым раздражителем мы уже познакомились. Самым сильным химическим раздражителем является жир. На ваших глазах жир, введенный в желудок, вызвал обильное выливание желчи. Следующим раздражителем являются продукты переваривания белков. Сами белки не вызывают выливания желчи; это делают только продукты их разложения. Что касается кислоты, которая является сильным возбудителем для панкреатического сока, то здесь факты несколько спорны, но я думаю, что кислота не оказывает на выливание желчи постоянного действия. Однако при вливании в кровь кислота несколько усиливает экскрецию желчи. Таким образом факты несколько расходятся. Теперь мы познакомились с некоторыми возбудителями. Сильнейший возбудитель — жир, затем продукты разложения белков. Мы предполагаем, что кислота не оказывает действия.

Теперь последний вопрос: как же действуют возбудители отделения желчи и выливания ее в пищеварительный канал? Вы видите, что здесь вопрос раздваивается, ставится так, как еще нигде не ставился. Вопрос о выработке желчи решается очень просто: никаких указаний в этом отношении нет. Вы потом увидите, что кровеносные сосуды зависят сильно от нервов. Нервы регулируют движение крови. Известно, что имеются сосудистые нервы печени, имеющие некоторое влияние на выработку желчи. Прямой же зависимости между отделением желчи и действием нервной системы нет. Вот и все, что пока можно сказать о первом вопросе.

Теперь рассмотрим другой вопрос, касающийся желчевыделения в пищеварительный канал. Каким образом выливается желчь при определенных условиях? Вы понимаете, что раз

речь идет о выливании, то здесь нужно говорить об иннервации двигательного аппарата, при помощи которого происходит это выливание. Все протоки желез заключают в себе мышечные волокна, и эти мышечные волокна могут или находиться в состоянии покоя, когда они не работают, или же, сокращаясь, производить работу. Допустим, что желчь начала выливаться в кишку; для этого требуется, чтобы и желчный пузырь и протоки сократились. Но этого мало. Нужно, чтобы сфинктер на конце ductus choledochus ослаб, чтобы конец протока раскрылся. Мышцы находятся под управлением нервов. Об этих нервах я скажу подробнее тогда, когда мы перейдем к двигательной функции пищеварительного канала, сейчас вы должны только запомнить, что выливание желчи в пищеварительный канал есть акт не секреторный, а двигательный. Вот и все, что в моем курсе надлежало сказать о желчи, об этом первом помощнике панкреатического сока.

Теперь переходим к другому помощнику, к последней жидкости пищеварительного канала — кишечному соку, к той жидкости, которая доставляется всей поверхностью кишек. Надо сказать, что в деле изучения этой жидкости имеются интересные моменты. В начале моей физиологической деятельности представлялось так, будто никакого кишечного сока не существует, или, вернее, что он не нужен для пищеварения, что в нем нет ферментов. Сейчас же мало того, что он всеми признан как пищеварительный секрет, физиология его делается теперь такой содержательной, какой она не является в отношении других соков. Как видите, довольно интересное обстоятельство. Дело в том, что человек привыкает работать по шаблону, думать по одному и тому же старому образцу, и если этот старый образец не приложим, если при его применении ничего не выходит, то нам кажется, что ничего и нет.

Когда приступили к изучению кишечного сока, то находились под сильным впечатлением опытов со слюнными и желудочными железами, стали действовать так же, как и там, и ничего не получили. Существенную роль в этом играло то, что считали кишки за довольно однообразную часть организма. Лишь потом оказалось, что кишечный канал на всем своем протяжении представляет собой различные отделы. Того, что один наблюдатель находил в одном каком-нибудь месте, могло не получаться в другом. Если говорить о кишечном соке, то надо делить кишечный канал на отдельные части. Был еще один факт, который сначала, пока он не был выяснен, очень затруднял дело: действие кишек нельзя вызвать отдаленным влиянием, здесь нет того, что мы привыкли видеть на слюнных, желудоч-

ных и панкреатической железах. Там пища действовала на расстоянии (условное раздражение), из полости рта и т. д., это все отдаленное действие. В отношении же кишек такого отдаленного действия нет. Когда пробовали действовать на слизистую оболочку кишек издали, то ничего не получалось, и поэтому склонны были думать, что никакого кишечного сока нет. Что касается гистологии, то она указывала на специальные железы, либеркюновы, которые выстилают весь кишечный канал; специально в верхней части duodenum к этим либеркюновым железам прибавляются бруннеровы железы. Последние железы очень походят на пилорические железы. В кишках имеются еще железы без выводных протоков, уже совершенно другого характера — пейеровы бляшки и железы покровного эпителия. Теперь займемся методикой.

Вначале не получили кишечного сока, потому что старались получить его из отверстия, проделанного в кишке. Понятно, что ничего и не могли получить: на расстоянии пища не действует, а когда пища находится в кишках, то сока получить совершенно нельзя — идет все, что есть в кишках. Первого успеха добился Тири, работавший с Людвигом. Он предложил способ достать кишечный сок при помощи особой фистулы. Тири поступил таким образом: перерезал в двух местах кишечную трубку поперек, концы сшил, так что непрерывность кишечного канала была восстановлена; далее, один конец вырезанного куска кишки зашил наглухо, а другой конец вшил в отверстие брюшной раны (рис. 12). Эта кишечная трубка была совершенно выделена от остального пищеварительного канала. Вот такую фистулу назвали по имени придумавшего ее Тири — тиревской фистулой. Позже один итальянец немного видоизменил ее; он тоже вырезал кусок кишки, но не стал зашивать наглухо один конец, а просто вшил оба конца в отверстие брюшной раны, изогнув кишечный цилиндр в виде подковы. Понятно, что в такой изолированной кишке получается совершенно чистый секрет стенки кишек.

Для изучения деятельности разных отделов кишек приходится делать эти фистулы на разных частях кишечного канала. Различные отделы кишек функционально различны. Прежде всего нам нужно выделить бруннеровский отдел, который идет сразу после желудка и в котором находятся похожие на пилорические — бруннеровы железы. Здесь получается бруннеровский сок. Об условиях его выделения я скажу потом. Этот сок от всех остальных родов кишечного сока отличается тем, что заключает в себе пепсин, который обладает совершенно такими же свойствами, какие мы разбирали раньше. Пепсин

в соке неактивен, недеятелен, он становится активным, если прибавить к нему кислоты. Этим-то ферментом сок верхней части duodenum отличается от сока всех других отделов кишки. Что же касается условий работы этого отдела, то они резко отличаются от условий работы других отделов. Только в этом отделе можно наблюдать отдаленное соотношение между работой и поступающей пищей. Если вы не раздражаете внутреннюю стенку кишки данного отдела каким-либо твердым телом, то выделение будет слабым, если же вы будете раздражать, ну, хотя бы стеклянной палочкой, выделение усилится. Но вот еще факт: здесь наблюдается совершенно отчетливо и отдаленное действие. Этот кусок изолирован, и у него выделения нет; если вы введете в пищеварительный канал пищу, особенно жиры, то вскоре начинается отделение сока. В этом факте сомневаться нельзя, потому что он проверялся много раз. Как только в пищеварительный канал попадает жирсодержащая пища — отделение увеличивается. Это, я повторяю, единственное место в кишках, где наблюдается отдаленное действие. Другие условия не были изучены. Есть указания, что и после впрыскивания атропина это действие остается. Следовательно, первый отдел выделяется по двум приметам: во-первых, в нем есть пепсин и, во-вторых, секреция его находится в связи с отдаленным нервным влиянием, а не зависит только от непосредственного местного действия.



Рис. 12. Кишечные фистулы.

Теперь я буду постепенно знакомить вас с другими частями кишечного канала. Завтра мы на ваших глазах будем получать сок из двенадцатиперстной кишки. Он представляет собой мутноватую жидкость, в которой после отстоя получается сероватый осадок. Об осадке речь будет потом, так как с такими осадками мы будем встречаться все больше и больше, по мере того как мы будем изучать другие части кишечного канала. Значит, — теперь на очереди кишечный дуоденальный сок. В нем было найдено вещество, которое имеет отношение не к пище, а к ферменту панкреатического сока. Оно является таким же помощником панкреатического сока, как желчь, и первое получило название киназы, откуда название это распространилось на все вообще активирующие вещества. Дей-

ствие кишечной киназы заключается вот в чем. Не только стеапсин, но и белковый фермент панкреатического сока выходит из панкреатической железы недеятельным; деятельным он становится под влиянием вот этого ферментного вещества — кишечной киназы. Завтра мы это и покажем. Мы возьмем совершенно неактивный панкреатический сок, прибавим к нему несколько капель кишечного сока и поставим смесь на 10—15 минут в термостат. Такой смешанный сок будет переваривать фибрин в течение трех-пяти минут, тогда как чистый панкреатический сок не переварит его и за несколько часов. Так вот, в кишечном соке находится ферментное вещество, которое переводит недеятельный белковый панкреатический фермент в деятельный. Иногда говорят, что в чистом панкреатическом соке находится трипсиноген. Это — не проявленный, недеятельный фермент; такие ферменты называются цимогенами. Киназа превращает неактивный белковый фермент цимоген в активный трипсин.

Вы видите, что ряд пищеварительных жидкостей содействует друг другу и что вместе с панкреатическим соком вливаются в пищеварительный канал еще другие жидкости: с одной стороны, желчь, активирующая стеапсин, а с другой — кишечный сок, активирующий белковый фермент панкреатического сока.



Лекция двадцать пятая

ВОЗБУДИТЕЛИ ОТДЕЛЕНИЯ КИШЕЧНОГО СОКА. — ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КИШЕЧНОГО СОКА. — ВОЗБУДИТЕЛЬ СЕКРЕЦИИ КИНАЗЫ

Вчера я остановился на киназе кишечного сока. Киназа — это особый фермент, который находится в кишечном соке и действует на пищу не сам по себе, а посредственно, активируя белковый фермент панкреатического сока. Мы сейчас покажем это на опыте. Этот факт чрезвычайно интересный, имеет огромное биологическое значение, и я прошу его особенно хорошо запомнить.

Здесь перед вами два опыта, смысл которых я расскажу в свое время. У обеих собак имеется тиревская фистула, т. е. фистула изолированного участка кишки. Мы будем следить за выделением кишечного сока при некоторых определенных условиях. На одной собаке опыт поведем так. К животу собаки приставим воронку. Внутрь изолированной кишки ничего не введено, и мы будем смотреть, что нам даст тиревская фистула, если ничем не раздражать кишки. Так будет продолжаться полчаса, а потом мы произведем местное механическое раздражение и посмотрим, что тогда получится. Значит, в этом опыте противопоставляются отсутствие механического раздражения и наличие его. В опытах с другой собакой будем собирать сок и различные порции его будем изучать в отношении киназы. Здесь дело будет заключаться сначала в собирании сока, а потом в действии на него некоторых веществ, о которых я вам потом скажу. Теперь ознакомимся на опыте с кишечным соком. Здесь у меня кишечный сок: наверху — жидкость немного мутноватая, слегка желтоватая, слабощелочная, а внизу — осадок. Вот что мы сейчас сделаем. Возьмем три порции: панкреатический сок, добытый прямо из протока, кишечный сок и панкреатический сок вместе с кишечным; поставим в термо-

стат все три порции минут на 20. В термостат ставим только затем, чтобы киназа успела перевести в деятельное состояние неактивный белковый фермент панкреатического сока. Потом положим во все три порции фибрин и посмотрим, что из этого выйдет. Панкреатический сок для этого опыта надо доставать прямо из протока, и это имеет свой определенный смысл. Мы вырезаем нормальное отверстие панкреатического протока вместе с куском стенки duodenum и затем этот кусок вшиваем в брюшную рану. Слизистой оболочкой этого куска кишечной стенки тоже выделяется киназа, и потому если вы дадите возможность разлиться панкреатическому соку по этой кишечной стенке, то белковый фермент его активируется. Поэтому-то, когда надо получить неактивный панкреатический сок, его берут прямо из протока. Можно сделать и иначе: вы прижигаете слизистую оболочку кишки вокруг отверстия протока ляписом или еще чем-нибудь; слизистая оболочка разрушается, не выделяет более киназы, и панкреатический сок получается с неактивным ферментом.

Я уже сказал, что в кишечном соке верхнего отдела кишек до впадения в duodenum желчного протока имеются, во-первых, пепсин, и во-вторых, фермент киназа. Относительно киназы надо прибавить, что она имеется еще в слизистой оболочке верхней части jejunum. Затем в кишечном соке на всем протяжении кишек имеется еще очень интересный, своеобразный фермент, открытый всего 7—8 лет тому назад; он носит название эрепсина. Причина того, что этот фермент и киназа были открыты так поздно, заключается в том, что долго не было подходящего случая для их поисков. Физиологи считали, что ферменты действуют на пищевые вещества, и у них долго не возникала мысль, что ферменты, может быть, действуют и на другие вещества, получающиеся в результате последующей обработки пищи. Поэтому-то эти новые ферменты так долго не были открыты. Не приходило в голову, что киназа, например, действует на белковый фермент панкреатического сока. Не догадывались и о существовании фермента эрепсина. Он имеет отношение к продуктам переваривания белков. На самые белки он совершенно не действует — его действие связано только с разложившимися уже отчасти белками, а именно: он действует на пептоны. Я говорил вам раньше, что белки проходят ряд изменений. Сначала белки переходят в альбумозы, затем альбумозы — в пептоны. Пептоны же разлагаются эрепсином, который является ферментом, участвующим в разложении белков на некоторой определенной средней стадии. Следовательно, эрепсин — продолжатель деятельности

пепсина: сам пепсин разлагает белки до кристаллических тел только тогда, когда он действует в течение месяцев; эрепсин же, нисколько не влияя на белок, оказывает отличное и быстрое действие на продукты его разложения. Эрепсин я вам показывать не буду: он будет показан вам на лекциях физиологической химии.

Обращаемся к опыту. У нас имеются четыре последовательно полученных порции кишечного сока. Теперь вольем в изолированный кишечный мешочек панкреатического сока. Затем выльем сок, отмоем мешочек раствором поваренной соли и будем опять собирать кишечный сок.

Вернемся пока к изложению. Представьте, эрепсином не все исчерпывается, есть еще четыре фермента. Все эти ферменты имеют отношение к углеводам и притом к различным углеводам: к крахмалу и к трем дисахаридам — к обыкновенному сахару, который мы едим, к молочному сахару и к солодовому. Напомню вам, что крахмал — наиболее сложный углевод — полисахарид, остальные же три — средней сложности — дисахариды, и затем идут самые простые углеводы — моносахариды: виноградный сахар и плодовый сахар. Все сложные углеводы разлагаются кишечным соком, а соответственно этим углеводам в кишечном соке имеется четыре фермента: амилаза, которая действует на крахмал, лактаза, действующая на молочный сахар, мальтаза — на солодовый сахар и сахараза, действующая на тростниковый сахар.

Я хочу сказать вам кое-что о терминологии. Вот как образуется название фермента. Его называют по имени того вещества, которое он разлагает, причем в названии вещества меняют букву *о* на *а*. Например, молочный сахар называется лактоза, а фермент, который его разлагает, — лактаза, точно так же солодовый сахар — мальтоза, фермент, его разлагающий, — мальтаза, и.т. д.

Итак, в кишечном соке имеется ряд ферментов; перечислим их еще раз: пепсин, действующий на обыкновенные белки, затем кишечный стеапсин, киназа, эрепсин, амилаза, лактаза, мальтаза и сахараза. Оказывается, что, кроме названных ферментов, в нижнем отделе кишечника есть еще фермент, который продолжает разложение белка на более простые части. Следовательно, белки разлагаются сначала пепсином до степени пептонов, а затем пептоны разлагаются эрепсином до аминокислот кристаллической формы. Эти кристаллические тела разлагаются в нижних отделах кишечника. В толстой кишке есть фермент аргиназа, разлагающий кристаллический продукт расщепления белков аргинин, и аналогичная ему

нуклеаза, разрушающая нуклеиновые кислоты. Вы видите, перед нами прямо-таки сложная химическая лаборатория, работа которой сводится к тому, чтобы сложное тело разложить на более простые соединения. На этом я прерву изложение и вернусь к опытам.

На этой собаке мы сделаем такой опыт. Мы собирали воронкой кишечный сок. Когда мы ничем не раздражали слизистую оболочку, мы получили за первые 15 минут 1 куб. см, а за вторые 0.6 куб. см. Теперь мы введем в эту кишку каучуковую трубку с отверстиями и посмотрим, как пойдет отделение сока при наличии трубки, т. е. при действии исходящего от этой трубки механического раздражения.

А пока посмотрим результаты другого опыта.

Здесь у нас стояли в термостате чистый панкреатический сок без киназы, затем чистый кишечный сок и смесь их. Для первых порций стояние в термостате было не важно, оно нужно было только для третьей порции, чтобы недеятельный фермент перевести в деятельный. Затем во все три порции были положены кусочки фибрина. Теперь посмотрим результат. Вот чистый панкреатический сок — в нем как был кусок фибрина, так и остался, в кишечном то же, а в смеси панкреатического сока с кишечным фибрин исчез. Следовательно, пока панкреатический сок не встретился с кишечным, с киназой, он остается неактивным.

Теперь я вам изложу подробности этого факта. Вы можете спросить: для чего же это так, почему панкреатическая железа не вырабатывает фермент в деятельной форме? Все это имеет большой и совершенно ясный смысл. В панкреатическом соке этот самый фермент находится вместе с другими ферментами. Так представьте себе, что было бы, если бы этот фермент уже в панкреатической железе оказался активным — он уничтожил бы другие ферменты. Это легко проверить: если мы возьмем панкреатический сок с неактивным белковым ферментом, то в нем сохранятся и другие ферменты, если же возьмем деятельный белковый фермент, то он разрушит жировой и углеводный ферменты.

Так вот, надеюсь, что теперь смысл киназы вам ясен. Вы видите, что панкреатический сок с недеятельным белковым ферментом не действует и что для активирования последнего необходима киназа. Но вы можете спросить меня: почему же в кишках не происходит разложения других ферментов, когда белковый фермент уже становится активным? Оказывается, что, встречаясь с белками пищи, он предпочтительно разлагает эти белки и не действует на жировой и углеводный ферменты

панкреатического сока. Жировой фермент в активном панкреатическом соке разлагается, но в присутствии белков жировой фермент остается невредимым.

Я должен докончить свое изложение о физико-химических свойствах кишечного сока. До сих пор я говорил только о жидкой части сока, и вы совершенно законно можете спросить: раз мы берем сок из изолированной, чистой части кишки, то откуда же эта киселеобразная масса, осадок? Я отвечаю: это — постоянный продукт, продукт слизистой оболочки. Такой киселеобразной массы тем больше, чем ближе мы подходим к концу кишек. Что же это значит? В прежнее время решали вопрос очень просто: думали, что это соскоб со слизистой оболочки. Вы знаете, что у нас на коже, например, постоянно отпадает верхний эпидермальный слой уже отживших клеток. Следовательно, можно было предположить, что и здесь то же самое. Действительно это и есть распад, но этот распад используется для определенной цели, а не является только отбросом. Дело вот в чем. Кишечная трубка, будучи очень длинной, занимает сравнительно небольшое пространство. В процессе пищеварения нужно проводить различные вещества от одного конца этой трубки к другому. Если бы в кишечном соке не было этого осадка, то каловые массы отличались бы между собой в зависимости от рода пищи. Например, если в желудок вместе с пищей попала шелуха, то эта шелуха легко могла бы застрять где-нибудь в пищеварительном канале, если же эта шелуха проходит вместе с массой такого осадка, то она хорошо пройдет. Если при еде вишен вы проглотите косточки что часто бывает, то, не будь в кишках этого осадка, косточки легко могли бы застрять в любом месте кишек и повести к смерти. Когда же у вас эти косточки вкраплены в массе вот такой кишечной слизи, то они отлично проходят. Следовательно, этот осадок способствует свободному прохождению пищи. Хотя этот осадок и очень простая вещь, тем не менее он играет большую роль в пищеварительном процессе.

Итак, я познакомил вас со всеми главными составными частями кишечного сока. А теперь обратимся к опыту. Вы видели действие киназы. Киназа активирует белковый фермент панкреатического сока, а теперь мы будем определять киназу в кишечном соке. Вот собака с тиревской фистулой, у нее было взято четыре порции кишечного сока. Затем ей в фистулу на пять минут влили панкреатический сок, потом его вылили, промыли кишку раствором поваренной соли и стали опять собирать кишечный сок. У нас имеется четыре порции, взятые до, и две порции, взятые после вливания панкреатического сока.

Теперь будем определять содержание киназы. Для этого надо взять панкреатический сок с недеятельным ферментом. Прибавим от каждой из шести полученных нами порций кишечного сока по 0.2 куб. см к равному количеству панкреатического сока с неактивным белко́вым ферментом. В эти смеси положим по одинаковому куску фибрина и все пробирки поставим в термостат. Теперь будем следить, как в них будет перевариваться фибрин. Ясно, что степень активирования белкового фермента будет находиться в зависимости от того, в каком соке больше киназы; скорость переваривания укажет, сколько киназы в каждой порции. Чем больше киназы — тем скорее она переведет белковый фермент панкреатического сока из недеятельного в деятельное состояние и тем скорее будет перевариваться фибрин.

Прошло несколько минут. Теперь вы видите разницу. Пятая порция, которая была получена после соприкосновения панкреатического сока со слизистой оболочкой изолированной кишки, содержит много киназы, а другие порции (например четвертая) почти не переварили фибрина. Доказательством того, что не киназа разлагает белки, а фермент панкреатического сока, служит такой опыт: к панкреатическому соку прибавляли некоторые кальциевые соли, которые тоже являются активаторами фермента, хотя и более слабыми, и фибрин переваривался.

Посмотрим другой опыт. До вставления каучуковой трубки у этой собаки в первую четверть часа выделилось 1 куб. см, во вторую — 0.6 куб. см кишечного сока. А вот теперь, после механического раздражения выделение кишечного сока пошло так: 4.4, 4.9, 4.6 куб. см за каждые 15 минут. Вы видите, какое огромное влияние оказывает механическое раздражение на секреторную деятельность кишек!

Я познакомил вас с химическими свойствами сока и с физиологическим смыслом этих свойств. Но что мы знаем об условиях, влияющих на выработку всех составных частей сока? Первое, что мы замечаем, — это то, что количество кишечного сока тем больше, чем сильнее механическое раздражение слизистой оболочки кишек. Вы видите, что при механическом раздражении отделение сока увеличилось в шесть раз. Это, так сказать, общий факт. Что же мы знаем об условиях образования киназы? Фермент этот особенный, и потому в высшей степени интересно поставить вопрос: что обусловливает выделение киназы? Тут получается удивительно странное отношение. А именно: возбудителем выделения киназы является соприкосновение со слизистой оболочкой панкреатического сока. Вы, например, механическим раздражением получаете

порции кишечного сока. Исследуя эти порции, вы убеждаетесь, что чем дальше от начала собирания сока, тем киназы все меньше и меньше. Как видно, был какой-то первоначальный запас киназы, которого по мере вытекания кишечного сока становится все меньше. Когда же после этого влили в кишку панкреатического сока, то количество киназы в соке увеличилось. Вы видите, какой яркий пример специальной связи! Киназа активирует панкреатический сок, а панкреатический сок заставляет выделяться киназу. Вы видите это на опыте. Первые порции до сих пор еще не переварили фибрина, а порции, которые получены после вливания панкреатического сока, успели уже переварить по два кусочка. Но вы можете сделать такое возражение: может быть, там действует панкреатический сок, который остался, задержался в кишке. Нет, оказывается, что это не так. Во-первых, этот участок кишки промывался после вливания панкреатического сока, а во-вторых, количество выделившегося сока осталось прежним, увеличилось только содержание киназы. Следовательно, панкреатический сок есть возбудитель выработки киназы Сок течет, как и раньше, но этот сок переваривает фибрин энергичнее, следовательно киназы в нем больше.

Повторю вкратце еще раз все сказанное о кишечном соке. Вы видели, что химический состав сока оказался очень сложным, затем вы познакомились с различными составными частями его, и теперь мы перешли к вопросу о выработке кишечного сока и различных его составных частей. Один факт — это тот, что механическое раздражение усиливает выделение кишечного сока. Затем вы видели, что соприкосновение панкреатического сока со слизистой оболочкой вызывает усиленное отделение киназы. Интересно, как дошли до того, что именно панкреатический сок вызывает это усиление? Сначала заметили, что киназы то много, то мало. Возник вопрос: что же возбуждает выработку киназы? Сначала решили, что различная пища действует неодинаково. Вливали пищу разного рода, но все не находили такого условия, при котором выделение киназы усиливалось бы. Решили было, что это жир, потом — что продукты разложения его. А чтобы разложить его — подействовали панкреатическим соком, и выделение усилилось. Тогда решили, что именно разложенный жир и действует. Это мнение держалось до тех пор, пока не вздумали воздействовать для проверки чистым панкреатическим соком и не убедились в действии именно панкреатического сока.



Лекция двадцать шестая

ОТДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОЙ ЧАСТИ КИШЕЧНОГО СОКА. — ОТДЕЛЕНИЕ КИНАЗЫ. — ИННЕРВАЦИЯ ЖЕЛЕЗ КИШЕЧНИКА

На этой собаке мы проконтролируем нормальное отделение кишечного сока, а затем приступим к специальным испытаниям.

Займемся вопросом: каким образом получается выделение кишечного сока и его составных частей? Сейчас я сообщу в общих чертах то, что мы знаем об условиях выделения кишечного сока. В этом отношении нельзя быть довольным, потому что предмет из-за его сложности еще не изучен так, как это следовало бы согласно его значению. Первый факт: требуется непосредственное раздражение слизистой оболочки, чтобы было отделение сока. Далее дело представляется таким образом: в самом переднем отделе отмечается отдаленное влияние на выделение сока. Вы можете изолировать этот отдел, а поступление пищи в пищеварительный канал все-таки будет отзываться на выделении, усиливая его. Вы видели это. Но это есть единственный факт, устанавливающий отдаленную нервную связь кишки с остальным пищеварительным прибором. Что же касается других отделов кишечника, то там этот факт не наблюдался. Многие авторы указывают на то, что в тиревской фистуле совершенно не наблюдается реагирования на поступление пищи в пищеварительный канал отделением сока; иногда даже наоборот — поступление пищи ведет к задержанию выделения, вроде того, что я вам рассказывал о пилорической части. Центр тяжести лежит здесь в местном раздражении, в непосредственном влиянии химических и механических раздражителей на слизистую оболочку. В прошлый раз вы видели чрезвычайно яркий пример: вы видели, что вначале выделение сока шло слабо (в первую четверть часа 1.0 и во вторую — 0.6 куб. см.),

потом была введена каучуковая трубочка, которая раздражала слизистую оболочку, и выделение сильно увеличилось: за первую четверть часа после раздражения вылилось 4.4 куб. см, а в следующую — еще больше. Значит, резко сказывается влияние механического воздействия. Теперь имеются другие факты, которые показывают очень тонкое соотношение между секреторной деятельностью слизистой оболочки и раздражителями. Один русский автор приводит следующий достоверный факт. У него была собака с тиревской фистулой; отрезок кишки был вшит в отверстие брюшной раны обоими концами, так что когда вводили пищу в один конец по обычному направлению хода пищи, то эта пища выпадала на другом конце. Оказалось, что деятельность кишек разнится вот в каком отношении: когда он вкладывал в отверстие кишки твердое тело, например горох, то последний выходил из другого отверстия почти без жидкости, но зато обволоченный густой массой, осадком кишечного сока, который вы видели; когда же он вводил маленькие шарики, смотанные из волос, то получалось другое: калообразной массы кишечного осадка было мало, зато было порядочное количество жидкого кишечного сока. Получаются вариации, имеющие свой определенный смысл. Для того чтобы горох, как тело твердое, не застрял где-нибудь, необходимо было окружить его каким-либо обволакивающим веществом. А для комка из волос необходима была простая отмывка: ведь волосы очень прилипают к стенкам, к слизистой оболочке, и их чрезвычайно трудно бывает удалить оттуда. Поэтому-то и нужна была струя жидкости. Вы можете по себе судить: если к вам в рот попадает волос — до какой степени трудно удалить его. Как видите, от характера того, что попало в кишку, зависит и характер кишечного сока.

Следующий факт, как вы в прошлый раз видели, состоит в том, что сок, который льется под влиянием раздражения каучуковой трубочкой, беден киназой. Какой же смысл этого? Надо вам сказать, что такой же жидкий сок можно получить и другими раздражителями. Что же это значит? Почему идет здесь выделение сока, бедного киназой? Как это рассматривать? Надо думать, что это нормальная реакция слизистой оболочки на некоторые раздражители. Значение совершенно жидкого сока полностью совпадает с тем значением, которое в ряде случаев имеет слюна в полости рта. Слюна, как мы знаем, отчасти служит отмывающей жидкостью, здесь также жидкое выделение, жидкий кишечный сок играет роль воды. Те случаи, когда наблюдается понос, выделение обильных жидких масс, надо понимать не как болезнь, а просто как очень утрированное

нормальное пищеварение с целью промыть кишечный канал. Вы знаете, что часто и медицина применяет средство для промывания пищеварительного канала. Очевидно, врач руководствуется теми же соображениями, что и природа. Вы видите, что при раздражении слизистой оболочки получается сильное выделение сока, а при некоторых раздражителях — очень жидкого сока. Повторяю, здесь надо понимать дело так же, как и в отношении слюны, которая необходима часто для отмывания различных предметов, прилипших к слизистой оболочке рта.

Вернемся к опыту. Отделение сока было 0.5 куб. см за 15 минут. Теперь мы на слизистую оболочку подействуем каломелем, хлористортутной солью (HgCl), нерастворимой в воде. Мы ее просто взболтаем с водой и введем в кишечную фистулу. Вы увидите, что каломель вызовет очень сильное выделение кишечного сока. Это укажет нам на значение терапевтического применения каломеля. Он вызывает отделение кишечного сока, который промывает кишки. Сейчас вы увидите это на одной изолированной петле кишек. Этой смесью-болтушкой из нерастворимого порошка каломеля с водой будем промывать в течение некоторого времени изолированный кусок кишки и посмотрим, что из этого будет. Вы увидите, что отделение сильно увеличится от присутствия в кишке каломеля. Еще не известно как следует, что именно действует в нем — сам ли каломель как порошок, механически, или же здесь действуют его химические составные части, его химические свойства. Возможность перехода одной соли — каломеля (HgCl) в другую — в сулему ($HgCl_2$), сильно действующую на выделение, — мы этого вопроса разбирать сейчас не станем. Мы знаем только, что каломель вызывает сильное отделение сока, а это-то нам и важно. Вы увидите, что будет чрезвычайно обильное отделение. Так же будет действовать каломель, когда вы его будете прописывать больным.

Я говорил вам уже, что существует чрезвычайно точное соотношение между выделением киназы и соприкосновением панкреатического сока с поверхностью, со слизистой оболочкой кишки. Это — опыт весьма большого поучительного значения. Я хотел бы, чтобы вы его совершенно усвоили, поняли бы решительно во всех деталях.

Так я вам еще раз повторю. Как получался у нас в данном случае кишечный сок? Он получался при помощи каучуковой трубки, отдельными порциями. Так было получено шесть порций. Все порции были разделены процедурой вливания панкреатического сока на две группы. Первые четыре порции

были получены при нормальном положении — до вливания сока; две же последние — после вливания панкреатического сока в этот отдел кишки. (Кишка была хорошо промыта после орошения ее панкреатическим соком, и затем получено две порции кишечного сока). Это — тот же кишечный сок, но выделившийся после соприкосновения панкреатического сока со слизистой оболочкой кишки. Далее, в шесть пробирок был взят панкреатический сок с неактивным белковым ферментом, по 2 куб. см в каждую пробирку. Затем из каждой порции кишечного сока было прибавлено в каждую из шести пробирок по 0.2 куб. см кишечного сока. Значит, получилось шесть смесей, в каждой из которых находился кишечный сок, смешанный с панкреатическим. Затем во все пробирки было положено по одинаковому приблизительно кусочку фибрина и пробирки были поставлены в термостат; дело все свелось к тому, что мы следили за скоростью переваривания фибрина в отдельных порциях. Оказалось, что быстрее всего растворился фибрин в пятой порции, затем в шестой, что же касается порций, полученных до вливания панкреатического сока, то там переваривание шло очень медленно, причем чем позднее брались порции кишечного сока, тем переваривание в них шло медленнее.

Как же понимать этот опыт? Очень просто. Вы знаете, что в кишечном соке есть киназа, которая превращает недеятельный белковый фермент панкреатического сока в деятельный. Вы знаете, что под влиянием киназы панкреатический сок должен был из недеятельного перейти в деятельный и переваривать фибрин. Следовательно, различные порции кишечного сока в нашем опыте обладали неодинаковым количеством киназы. В тех порциях, где киназы больше, переваривание, конечно, произошло быстрее. Следовательно, эти цифры указывают на содержание киназы в кишечном соке: чем в меньшее время происходит переваривание, тем больше киназы в данном соке. Уже в первой порции сока киназы было мало, и по мере проведения опыта количество ее в соке все уменьшалось. Перед вливанием панкреатического сока киназы было совсем мало. Затем это малое содержание киназы быстро сменилось большим после соприкосновения панкреатического сока со слизистой оболочкой кишки.

Теперь дальше. У того, кто внимательно следит за ходом опыта, должно явиться такое сильное возражение. Ведь мы вливали в кишку панкреатический сок, и он под влиянием киназы должен был превратиться там в деятельный сок. Вы можете сказать, что после вливания происходит переваривание

быстро потому, что из кишек уже попадает не совершенно чистый кишечный сок, а смешанный отчасти с панкреатическим соком, белковый фермент которого уже стал активным. Это, конечно, в высшей степени дельное возражение, но опыт строго контролируется. Вы пробуете для контроля один (без добавления панкреатического) тот сок, который вытек после приливания панкреатического сока, в его действии на фибрин, и если ваше предположение, что там находится деятельный белковый фермент, справедливо, то фибрин должен скоро перевариться. Однако этот кишечный сок, как оказалось, в продолжение пяти часов не мог переварить фибрина. Возражение отброшено, и опыт не оставляет никакого сомнения в том, что панкреатический сок вызывает усиленное выделение киназы.

Теперь, дальнейший, следующий вопрос: как осуществляется это соотношение? Каков механизм его? Вы знаете разные физиологические механизмы — механизм нервный, механизм гуморальный, а здесь может быть и непосредственное раздражение, тут даны условия даже для непосредственного действия. Как же обстоит дело в отношении этих трех механизмов? К сожалению, здесь никакого определенного ответа дать нельзя, эта область еще очень мало изучена. Из всех относящихся сюда данных есть только один бесспорный факт. Это опыт очень старый и заключается он вот в чем. Если перерезать нервы, если вы изолировали петлю кишек и перерезали все нервы, подходящие к ней, то начинается непомерное и постоянное отделение сока в очень жидкой консистенции. Из этого факта несомненно явствует, что нервы имеют какое-то влияние на выделение сока, но как именно они действуют — не известно. Ведь получается факт, обратный тому, к чему мы привыкли при изучении слюнных, желудочных и панкреатической желез. Это можно представить себе так. Вы уже в отношении пепсиновых желез слышали от меня, что там имеются не только возбуждающие, но и задерживающие нервы. То же самое я вам показал и на панкреатической железе. Следовательно, у нас есть примеры наличности двух родов нервов: возбуждающих и задерживающих. Мыслимо допустить существование таких же двух родов нервов и для кишечного сока и тогда эту секрецию надо так понимать. Однако иннервация стоит здесь несколько оригинально. Можно понимать так, что здесь в постоянной работе находятся задерживающие волокна и поэтому при перерезке их, когда задержка перестает функционировать, начинается безудержное выделение сока. В таком объяснении, конечно, нет физиологической

несообразности. Вот вам пример того, что в этом же роде известно из других отделов. Мы имеем скелетную мускулатуру — она управляется двигательными волокнами; когда они действуют — мускулы сокращаются, но есть и примеры прямо противоположного характера. Возьмем хотя бы улитку — анодонту, беззубку. Она бывает заключена в створки. Эти створки соединены двумя мускулами, идущими поперек. Так вот эти мускулы, наоборот, как норму имеют сокращенное состояние — створки всегда закрыты. Когда улитке нужно выйти наружу, прежде всего задерживается действие указанных мышц; следовательно, главное значение имеют здесь нервы задерживающие. Так что нечего смущаться тем, что будто бы получается некоторое несоответствие, это только кажется так. Факт, что перерезка нервов ведет к беспрерывному отделению больших масс кишечного сока, можно объяснить только таким образом.



Лекция двадцать седьмая

ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОЛСТЫХ КИШКАХ. — ЗНАЧЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ. — МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА. — СОСАНИЕ. — ГЛОТАНИЕ. — ДВИЖЕНИЯ ПИЩЕВОДА. — ИННЕРВАЦИЯ ПИЩЕВОДА

Мы закончили с вопросом о механизме влияния различных раздражений на секрецию тонких кишек. В прошлый раз я сообщил вам о единственном вполне достоверном опыте, который имеется в этом направлении в отношении нервных влияний. Этот опыт, повторю еще раз, заключается в том, что если перерезать нервы, подходящие к изолированному участку кишки, то наблюдается сильное выделение жидкости из стенок кишки. Эти опыты делаются так. Берут отрезок кишки и перевязывают ее в нескольких местах, так что получаются изолированные полосы. Затем на брыжейке среднего куска средней полосы перерезают нервы, а остальные участки оставляют с целыми нервами. Когда после некоторого промежутка времени смотрят на них, то замечают сильное вздутие средней части от большого количества выделившегося там сока. Можно предположить, что у кишечных желез больше развиты задерживающие нервы.

Кроме нервного механизма, некоторые авторы утверждают наличие гуморального механизма. Он заключается в том, что продукты переваривания всасываются стенками кишек, затем уже с кровью приносятся к железам и раздражают их. Это еще не совсем проверено, и потому нельзя сказать утвердительно, что такой механизм действительно существует. Затем я указал вам, что возможно, кроме этого, и непосредственное, местное влияние на кишечные железы. Вы видите, что в целом здесь многое еще очень слабо изучено и ждет дальнейших исследований.

Я кончил изложение о работе кишечного канала и по установленной программе должен рассказать теперь о клеточной физиологии кишечного канала. В этом отношении фактов очень и очень мало. До такой степени мало, что даже не знают точно места, где выделяется кишечный сок. Указывают как на место выработки этого сока на ворсинки, либеркюновы железы, но сказать совершенно определенно, где именно она совершается, нельзя.

До сих пор мы рассматривали химическую деятельность пищеварительного канала. Химическая деятельность исходит от специального элемента — от секреторных клеток, которые расположены или в одиночку, или собираются в группы. Вы знаете, как происходит разложение соками пищи, поступающей в пищеварительный канал. Но, помимо действия пищеварительных соков, разложение пищи происходит еще и при помощи различных микроорганизмов. Вам, конечно, известно, что существует мир микроскопических существ, которые, находясь в определенных средах, оказывают чрезвычайно большое влияние на эти среды, разлагают их, причем некоторыми частями разлагаемого материала они пользуются как пищей. Эти микроорганизмы, значит, тоже являются агентами разложения. Одной из самых обычных форм разложения является гниение. Имеются и другие формы разложения, как, например, брожение, которое тоже происходит при помощи микроорганизмов. Такие разложения происходят и в пищеварительном канале. Они начинаются уже отчасти в тонких кишках, но главным образом происходят в толстых кишках.

Между продуктами разложения пищи есть много веществ, получающихся не за счет химических разложений, а за счет деятельности микроорганизмов, — продукты гниения. За последнее время, благодаря Мечникову, выдвинулся вопрос об этих веществах. Мечников стал на крайне скользкую точку зрения, что это есть недостаток организма, ошибка природы. По его мнению, организм выиграл бы, если бы этого не было. Он считает, что здесь природа сделала промах и что его необходимо даже исправить, удалив всю толстую кишку как место, где совершаются процессы разложения остатков пищи микробами. Я думаю, что здесь утрировка, преувеличение. Теперь, при наших еще скудных знаниях, нельзя так резко, без долгого разговора приговаривать толстую кишку к уничтожению. Мечников в гниении, в этой деятельности микроорганизмов видит главным образом причину недолговечности современного человека. Он предлагает средство для уничтожения этих микроорганизмов. Он предлагает есть простоквашу,

в которой находятся бактерии, враждебные гнилостным. Микробы простокваши, если и не уничтожают гнилостные бактерии, то во всяком случае сильно стесняют их деятельность.

Как же к этому относиться? Правда, бывают патологические проявления, связанные с присутствием в кишке бактерий, но из этого вовсе не следует, что кишечные микроорганизмы, совершенно не нужны. Следовательно, встает вопрос: как о них думать, как их рассматривать? Я говорю, что если посмотреть на дело спокойно, то надо сказать, что это положение о вреде и ненужности микроорганизмов вернее всего ошибочно. После приведенного уже теоретического спора, конечно, перешли к опытам. Делали так: животных брали прямо из утробы матери, в последний период их маточной жизни, помещали их в стерилизованное пространство, кормили стерилизованной пищей, чтобы к ним не попала ни одна бактерия. Ведь в матке нет бактерий, и бактерии попадают к животному только по выходе его наружу. Оказалось, что некоторые животные могут жить и без бактерий, на других же животных доказано, что им бактерии необходимы, потому что при отсутствии бактерий пищеварение не доходит у этих животных до конца. К сожалению, эти опыты были не очень продолжительны, — ведь годами нельзя продержать животное без бактерий, держать их в изолированном состоянии удавалось только дни, и потому пока не было возможности получить бесспорные результаты. Мое заключение таково, что работа бактерий в организме есть вполне законная работа, акт, способствующий пищеварению. Что это так, говорит еще вот какой совершенно точный факт. Вы знаете, что кишки делятся на тонкие и толстые. Между ними находится баугиниева заслонка. Мы можем убедиться в том, что до этой заслонки, выше ее бактериальная деятельность ничтожна. Если вы возьмете пищу из тонких кишек, то будете изумлены, почему она не гниет, находясь во влажном состоянии и при теплой температуре; между тем в толстых кишках, на расстоянии какого-нибудь вершка от заслонки, встречаются уже гнилостные массы. Вы видите, какое здесь точное разграничение — до этого места можно, а дальше нельзя. Дело здесь вовсе не в том, что организм не может сладить с микробами; нет, когда нужно — он сладит. Очевидно, что бактерии в этой части кишек, в толстой кишке нужны для некоторых целей.

Итак, с разложением пищи в пищеварительном канале я кончил. Помните, я вам в самом начале сказал, что деятельность пищеварительного канала состоит из двух частей, из

деятельности химической и механической. Вторая часть заключается в том, что пища раздробляется, размягчается, передвигается и т. д. Это отдел гораздо более простой, но все-таки и он содержит много деталей, остающихся еще не изученными. В основании этой деятельности лежит работа органа, который производит в организме движение, двигательную работу. Это — мышечная ткань. Мускулатуру различают или поперечнополосатую, или гладкую. Вам в свое время читалась физиология мышечной ткани, и потому я сейчас передам вам только самые общие понятия.

Мышечная ткань, состоящая из волокон или клеток, бывает в двух состояниях: или в вытянутом состоянии — в покое, или же в сокращенном — при работе. И мышцы постоянно переходят из одного состояния в другое. При переходе из вытянутого, недеятельного состояния в сокращенное мышечная ткань развивает механическую силу и двигает те органы, к которым она прикреплена. Следовательно, это есть мотор, моторная движущая сила. Моторная деятельность зависит от формы мышечной ткани. Если берете длинную мышцу, то она, сокращаясь, передвигает различные части. Если мышечная ткань расположена в виде кольца, как на кишке, то при сокращении этого кольца, очевидно, закроется проход кишки, при ослаблении же его просвет кишки увеличится. Теперь, если эта мышечная ткань лежит в стенках наполненного пищей кишечного цилиндра, то при сокращении дело сведется к выталкиванию пищи. Таким образом соответственно различию в форме мышц происходят и различные движения.

Самое первое проявление механической деятельности мы видим в полости рта. Конечно, нечего много распространяться о разжевывании пищи. Вы хорошо знаете жевательный аппарат с крепкими зубами различной формы, приводящийся в движение многими мускулами, хорошо вам известными из анатомии. Я хотел бы остановиться только на одной форме работы рта. Вы знаете, что, помимо разжевывания, есть еще сосание. Как же это происходит? Каким образом у младенца при сосании материнской груди происходит поступление молока в рот? Для этого прежде всего нужно отгораживание носовой полости от ротовой, потому что ребенку нужно в это же время и дышать. Затем нужно совершенно герметическое обложение губами материнского соска. Значит, во рту ребенка имеется совершенно замкнутое пространство, которое то уменьшается, то увеличивается. Увеличение этой полости производится отодвиганием языка и опусканием дна рта. Тогда там получается давление гораздо меньше наружного, на что указывает

и то обстоятельство, что щеки ребенка при сосании оттягиваются внутрь, в полость рта.

Пища должна перейти из полости рта дальше в желудок по пищеводу. Этот переход носит название глотания. Я скажу теперь сокращенно о нем, сокращенно потому, что это относится больше к анатомии. Я здесь ограничусь только общими чертами. Акт глотания делится на две части. Начало глотания зависит от нас, но дальнейшего мы уже не можем остановить, и пища проходит дальше рефлекторным актом. Сами мы только проталкиваем кусок пищи языком в полость зева. А дальше глотание происходит уже помимо нашей воли.

Что же происходит сейчас же после того, как кусок перешел из полости рта в полость зева? Полость зева имеет четыре отверстия: вверху в нос, спереди в рот, внизу сзади в пищевод и внизу несколько спереди в гортань. Задача здесь заключается в том, чтобы пища попала только в одно из этих отверстий, а именно — в пищевод. Значит, все отверстия, кроме этого, должны быть закрыты. Недопускание обратного отбрасывания пищи в полость рта достигается тем, что корень языка просто упирается в мягкое нёбо и не допускает возвращения пищи. В полость носа пища не допускается тем, что язычок становится почти горизонтально, благодаря чему получается плотная напряженная перегородка, которая и предотвращает поступление пищи в полость носа. Что касается гортани, то это очень важный пункт и попадание туда пищи может вызвать очень тяжелые последствия. Поэтому-то здесь и существуют разнообразные средства предохранения. С одной стороны, здесь имеется особая крышка, надгортанник — epiglotis, которая закрывает во время акта глотания вход в гортань. Но этого мало. Крышка эта играет при глотании скорее только добавочную роль, так как вы можете ее даже срезать, а пища в гортань не попадет. Имеется еще второе средство, которое состоит в том, что гортань подводится под корень языка. И, наконец, в самой гортани имеются мускулы, закрывающие отверстие гортани в момент глотания. Гортань, как видим, особенно оберегается, что и понятно.

При сокращении мышц, входящих в состав стенки зева, пища проталкивается в пищевод. Когда она попала в начало пищевода, то уже специально деятельностью стенок пищевода она проводится дальше в желудок. Стенки пищевода состоят главным образом из слоев гладкой мускулатуры, но в верхней части его находится и поперечнополосатая мускулатура. Слои эти продольные и поперечные. Благодаря такому устройству пищеводной трубки она имеет возможность проводить

пищевые вещества вдоль пищевода. На чем же основана возможность этой работы? Она основана на перистальтическом движении, которое заключается вот в чем. Положим, что в данном месте находится кусок пищи. Над ним происходит сильное сжатие, сокращение пищевода, и кусок проталкивается несколько вниз, затем это сокращение распространяется на следующее кольцо, и таким образом такое сокращающееся кольцо, опускаясь книзу, проталкивает все дальше кусок пищи. Это и называется перистальтикой — последовательное сокращение одной циркулярной мышцы за другой. К сказанному можно прибавить еще следующее. Когда происходит сжимание участка циркулярных мышц, то продольные волокна поднимают пищевод кверху и натягивают таким образом на кусок следующий, более нижний участок пищевода. Затем опять сокращаются циркулярные мышцы, а потом продольные. Это и есть перистальтическое движение, которое можно представить просто в виде сжатого кольца, передвигающегося книзу.

Каким же образом осуществляется работа мышц? Понятное дело, что это нервный процесс. Здесь очевидна работа нервов. Во рту и отчасти в полости глотки действует сложный рефлекс, но с известного места тотчас по переходе пищи за нёбные дужки начинает действовать безусловный рефлекс. От какого же места зева происходит рефлекторный акт? Некоторые авторы указывали на определенные места, но эти указания не подтвердились. Тем не менее имеется какое-то место, а может быть даже ряд мест, с которого уже начинается эта рефлекторная деятельность. Какие же нервы участвуют в этом рефлекторном акте? Вы знаете, что раз это раздражение рефлекторное, то должны быть центростремительные и центробежные нервы. Как на центростремительный нерв здесь указывают на n. laryngeus superior. Что же касается центробежных нервов, то оказывается, что их очень много. Одним из них является и n. vagus.

Сейчас я вам покажу опыт, который будет заключаться в том, что при раздражении блуждающего нерва будет сокращаться пищевод. Глазом великолепно видно, как сжимается пищевод при каждом раздражении нерва.

Что касается сокращений пищевода, то они бывают довольно разнообразны. Иногда у него бывает чисто перистальтическое сокращение, а есть случаи, когда пищевод сокращается сразу. Если пища идет очень плотным куском, то этот кусок медленно передвигается сверху вниз и движения пищевода в этом случае перистальтические. А жидкую пищу пищевод проводит сразу, сокращаясь не постепенно, а одновременно.

Нужно признать, что, кроме общей иннервации, здесь существует еще и местная. Вот каким опытом это обнаружено. Если мы возьмем животное и вырежем у него большой кусок пищевода, то, раздражая n. laryngeus superior, увидим, что движение передается на оба уцелевших куска пищевода. Если же мы сильно ослабим, отравим животное атропином, то раздражение дойдет только до верхнего и не передастся на другой, нижний кусок. А пища между тем все-таки передвигается. Значит, есть факты, указывающие на то, что иннервация эта гораздо сложнее, чем она представлялась сначала. Надо сказать, что этим предметом мало занимались. Другие отделы пищеварительного аппарата больше изучены; этот же отдел еще не разработан так, как он того заслуживает.

Пройдя пищевод, пища поступает в желудок через cardia. Cardia бывает обыкновенно заперта, вот почему при различных пертурбациях в желудке, при сильных сокращениях пищевые массы лишь в очень редких случаях отбрасываются из желудка в полость рта. Только когда происходит глотание, происходит и открытие cardia, которое и обусловливает прохождение пищи из пищевода в желудок. Cardia представляет собою как бы мышечный замок. Он управляется нервами двух родов: расслабляющими и напрягающими его. Эти оба рода нервных волокон находятся в блуждающем нерве. Вы можете в некоторых случаях разделить вагус так, что одними волокнами он будет возбуждать мускул, другими — расслаблять.

Надо сказать, что желудочные движения изучаются очень давно многими методами, и все-таки нельзя признать достаточным то, что установлено. А методов было применено очень много. Один из первых опытов — глядение внутрь желудка и ощупывание его пальцами — проделал врач Бомон, который исследовал одного канадского охотника, прострелившего себе живот. Он сделал различные наблюдения относительно движений желудка. Этот метод применяется и теперь, причем на животных делают отверстия — «окна» — в желудок, сквозь которые наблюдают его движения. Потом вводили в эту полость желудка различные приборы вроде мареевского барабанчика, по движению которых судили о сокращениях в желудке. Затем вставляли в желудок каучуковую трубку, которую соединяли с манометром. Кроме того, применяли метод прямого наблюдения снаружи; для этого делали разрез брюшной стенки, сквозь который смотрели на желудок. Делали также вскрытия желудка, причем, чтобы не было засыхания и охлаждения, поливали его сверху физиологическим раствором поваренной соли. В последнее время для исследования желудка стали

применяться рентгеновы лучи. Этот метод вам, конечно, известен из физики. Как вы знаете, эти лучи не проходят через металлы. Поступают таким образом. Животному дают пищу, содержащую металлические соли, обыкновенно висмут. Когда вы подвергаете животное действию рентгеновых лучей, то на особом экране, способном светиться под влиянием рентгеновых лучей, пищеварительный канал получается темным. Вы можете следить тогда за изменением его контуров, наблюдать за его движением. Вы можете видеть абрис этих движущихся частей; если возьмете ряд снимков и будете быстро передвигать их в стробоскопе, то получите полную картину их настоящего движения. Вы видите, что методика довольно обширна, но результаты еще далеко не соответствуют интересу, который предмет представляет.



Лекция двадцать восьмая

ИЗУЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ЖЕЛУДКА.— ПЕРЕХОД ПИЩИ ИЗ ЖЕЛУДКА В ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНУЮ КИШКУ.— ДЕЙСТВИЕ КИСЛОТЫ.— РВОТА

В конце вчерашней лекции я сообщил вам ряд методических приемов, которыми пользовались при изучении движений желудка. Однако, несмотря на изобилие этих приемов, дело не особенно ушло вперед и его нельзя излагать так полно, так интересно, как то, о чем я говорил вам прежде. Только некоторые факты установлены здесь несомненно. Прежде всего надо признать, что общая полость желудка во время функционирования, во время работы его делится отчетливо на две части: фундальную — бо́льшую и пилорическую — меньшую. Эти части резко отличаются, как вы помните, и в анатомо-физиологическом отношении. Стенка фундальной части тоньше, чем пилорической; существует между ними разница также и в отношении микроскопического строения слизистой оболочки. Но нас сейчас занимает различие мускульных частей. Толщина стенки в фундальной и пилорической частях желудка различна, они резко отличаются толщиной мускульного слоя. В первой она совсем тонкая, в какой-нибудь миллиметр толщиной, а во второй гораздо толще, миллиметра в три. Между ними заметен перехват, видимый здесь довольно отчетливо. Первый факт, относящийся к двигательной функции желудка, тот, что в этом отношении надо разделить желудок на два отдела, разделенных нерезким, неглубоким перехватом. Однако различными авторами утверждается, что во время работы эти две части почти совершенно отгораживаются одна от другой. Перехват сильно углубляется и почти совершенно отделяет эти части желудка. Очевидно, что этот перехват может образоваться только за счет кругового мускула, и действительно,

здесь находится мускульное кольцо, которое называется plica praepylorica. Это кольцо во время работы, повторяю, отгораживает почти вплотную пилорическую часть от фундальной. Если у животного перерезать оба блуждающих нерва, тогда совершенно отчетливо, приблизительно на третий день, обнаруживается резкий, глубокий перехват на месте plica praepylorica. Этот перехват можно совершенно отчетливо видеть и у человека при помощи рентгеновых лучей. Кроме того, в этом факте, в образовании глубокой перегородки во время работы желудка, можно убедиться и иначе. Можно прорезать отверстия в фундальной и пилорической частях желудка и вставить в них две металлические фистульные трубки. Если вы дадите собаке есть и откроете трубку фундальной части, то пища вывалится сразу наружу, а если вы откроете фистулу пилорической части, то пища не вывалится сразу, а будет выходить постепенно, с большими промежутками, будет выходить в течение десятков минут, часов. Ясно, что пилорическая часть отделена от фундальной. Некоторые представляют себе это дело так, что переваривание происходит главным образом в фундальной части, а когда оно достигнет там определенной степени, то пища, вследствие временного ослабления перехвата, получает возможность пройти в пилорическую полость.

Второй факт, совершенно ясный после анатомических сведений, которые я вам сообщил, следующий. Движения пилорической части гораздо сильнее движений фундальной части, и если вы, например, в оба упомянутые отверстия вставляете катетеры с раздутыми шариками и соединяете каучуковыми трубками с манометрами, то оказывается, что шарик в пилорической части гораздо более сжимается (что видно по манометру), чем в фундальной. Очевидно, что движения пилорической части гораздо более энергичны, что и понятно, если вы вспомните толщину мышечных слоев фундальной и пилорической частей желудка. Это—второй факт, с которым согласны все авторы. Но этими двумя фактами и ограничивается то, относительно чего все соглашаются.

Что касается движений фундальной части, то, по некоторым данным, надо допустить, что когда там находится пища, то происходят постоянные, относительно слабые местные движения стенок фундальной части. Надо думать, что эти движения приводят к постоянному соприкосновению стенок желудка и их продукта — желудочного сока — с пищей, находящейся в желудке. Эти движения мелки и повторяются довольно часто, их можно насчитать десятки в минуту. Наряду с этими мелкими постоянными движениями происходят другие, более

редкие, более общие и более сильные, охватывающие уже весь фундус и имеющие другое значение. Это — сжимание той массы пищи, которая уже более или менее переварилась, и выбрасывание, выдавливание ее в pylorus. Итак, надо представлять себе, что в фундальной части желудка имеются местные, постоянные движения, мелкие, и затем более резкие выдавливающие движения. А в пилорической части имеются только эти последние — сильные, редко повторяющиеся сокращения, которыми пища проталкивается в duodenum. Надо думать, что это очень сильные движения.

Вы видите, что пока все дело представляется в очень грубых чертах и ждет дальнейших разъяснений. У некоторых авторов есть указания на то, что при действии пищи на расстоянии или при соприкосновении ее с полостью рта желудок расширяется. Авторы эти заставляли собаку жевать пищу и тогда наблюдали увеличение желудка.

Что касается иннервации, то волокна, управляющие движением желудка, находятся в нерве, который мы уже несколько раз упоминали — в n. vagus, а задерживающим нервом надо считать симпатический нерв.

Скорость выхода пищи из желудка связывается со свойствами самой пищи: с ее механическим видом и с химическими особенностями. Грубая пища остается в желудке гораздо дольше, чем размельченная, разжеванная пища. Это представляет большую важность, потому что пропускать грубые куски в нежный, чувствительный кишечник было бы очень опасно. Поэтому-то все грубые куски пищи остаются в желудке до тех пор, пока они не переварятся. Если вы введете себе в желудок что-либо жидкое, например бульон, то он останется в желудке очень мало, сейчас же пройдет в кишки. Большое значение имеет и химический состав пищи. Массы нейтральные или слабощелочные проходят скоро и легко, массы же кислые значительно задерживаются в желудке. Вполне понятно почему. Ведь при переходе пищи из желудка в duodenum происходит перемена среды; из среды кислой пища попадает в среду щелочную. Понятно, что кислая пища должна поступать в duodenum маленькими порциями, чтобы успевать там нейтрализоваться и даже, до известной степени, ощелачиваться. Нейтральная же пища может поступать в кишечник гораздо быстрее. Этот факт, находящийся в полном соответствии с тем, что я говорил раньше, можно будет показать теперь, и можно объяснить его внутренний механизм. Дело происходит так: в данный момент открылись выходные ворота желудка — sphincter pylori — и порция пищи выбрасывается в duodenum.

Кислая пища сейчас же передает задерживающее раздражение сфинктеру пилорической части желудка, и сфинктер замыкается. Как только кислотность пищи уничтожается, это раздражение отпадает, и опять происходит расслабление сфинктера и начинается движение пилорической части желудка. Мы сейчас влили собаке в желудок воды. Через 15 минут вода вся или же значительная часть ее уйдет, и это вполне понятно, так как вода — нейтральная жидкость, желудочный же сок к тому же выделяется на воду не сейчас же за ее вливанием, а спустя порядочное время. Вот если бы в воде были твердые вещества, то они задержали бы поступление воды в duodenum, начал бы выделяться кислый желудочный сок, который задержал бы воду на некоторое время.

Теперь приступаем к опыту, уясняющему условия, влияющие на переход содержимого желудка в кишку. Здесь имеется собака с двумя фистулами— в желудок и в двенадцатиперстную кишку. Мы вливаем в желудок 200 куб. см воды и будем каждые две минуты вливать по 2 куб. см воды в duodenum. Через 15 минут мы откроем желудочную фистулу и посмотрим, сколько воды останется в желудке. Теперь желудок совершенно пуст.

Это делается для сопоставления с данными дальнейшего исследования. Затем мы поступим так: вольем опять 200 куб. см воды в желудок, а в двенадцатиперстную кишку будем вливать через каждые две минуты теми же маленькими порциями кислоту. И тогда вода вся останется в желудке. Мы можем даже получить в желудке больше жидкости, чем было влито, потому что часть жидкости может быть выброшена из кишек назад в желудок. Это будет лучшим доказательством того, что я сказал: кислота, находящаяся в duodenum, задерживает поступление пищи из желудка в кишки. Теперь вы понимаете уже, зачем мы вливаем воду в первой части опыта в двенадцатиперстную кишку? Затем, чтобы уравнять условия при первом и втором вливании, чтобы вы не могли сказать, что задерживание во втором случае произошло потому только, что влили и в duodenum жидкость. У вас может явиться и такое возражение: может быть, вода не идет во второй раз из желудка в кишку просто потому, что уже достаточное количество воды прошло в duodenum и больше ее не может туда пройти. Но мы проделаем еще третий опыт, — вольем снова в желудок воды, не вливая кислоты в duodenum, — и вы увидите, что это возражение неверно. Вода из желудка опять скоро уйдет, если в duodenum не будет кислой реакции. Можно повторно вводить в желудок по 200 куб. см два-три-пять раз,

и каждая новая порция воды будет оставлять желудок так же быстро, как и предыдущая.

Вернемся к нашему опыту. Теперь прошло уже 15 минут от начала вливания. Посмотрим, сколько воды ушло из 200 куб. см. Как видите, 65 куб. см осталось, значит ушло 135 куб. см, у нее все-таки много воды осталось в желудке, ибо эта собака очень нервная и на нее мог задерживающе подействовать условный рефлекс, непривычная обстановка аудитории.

Этим случаем я всегда пользуюсь, чтобы показать, что не надо думать, что там имеется какой-то разум, там все-таки чисто механическая деятельность. Смотрите, какой здесь можно сделать курьезный опыт. Вы понимаете, что эти массы переходят из желудка понемногу, для того чтобы кислая среда в кишечнике успевала превращаться в щелочную. Так вот что можно сделать: вы можете влить в желудок щелочь, ну, положим, 0.5%-й раствор соды, и одновременно вливать в duodenum 0.5%-й раствор кислоты. Если бы здесь было разумное управление, то уже чего проще, кажется, взять да направить щелочь из желудка в duodenum для нейтрализации кислоты. Но так как обыкновенно кислота поступает из желудка, то и сейчас, когда кислота попала в duodenum, она вызвала обычную реакцию и сфинктер закрылся, хотя в данном случае в желудке находится не кислота, а щелочь. Вот, по-моему, лучшее доказательство того, что здесь работа все-таки автоматическая, а не разумная.

Сейчас мы приступим ко второй части опыта. Мы опять вольем в желудок воду, 200 куб. см, и одновременно будем вливать с маленькими промежутками в кишку кислоту. Будем вливать кислоту в течение 15 минут.

Перехожу к изложению. Перед нами открывается последовательное, систематическое поступление пищи в двенадцатиперстную кишку. То же самое, пожалуй еще в большей степени, происходит и при поступлении жира. Ведь вы знаете, что жир главным образом обрабатывается в кишках. Эта обработка идет довольно медленно, и ей очень мешает присутствие кислоты желудочного сока, а потому при поступлении жира в кишку должен быть еще более строгий контроль за переходом содержимого желудка в кишечник. Вы увидите в следующий раз, что жир еще больше тормозит поступление пищи в двенадцатиперстную кишку, чем кислота. Гораздо меньшее значение имеет здесь масса жидкости. Можно задержать поступление пищи в duodenum большим количеством вливаемой прямо в duodenum воды. Но для этого надо вливать сотни кубиков.

Все эти соотношения усложняются еще вот чем. В случае если в кишку поступит сильная кислота или очень много жира, происходит не только то, что я вам сейчас описывал, но бывает, что пища отбрасывается назад в желудок, и это не случайное явление, а вполне нормальное. Можно представлять себе дело так, что если в duodenum имеется чересчур много кислой пищи, то часть этой кислой пищи отбрасывается назад в желудок, чтобы хотя на время освободить duodenum от слишком большой кислотности пищи. Кроме того, если в желудке накопилась слишком кислая пища, то, конечно, самое лучшее для уменьшения ее кислотности направить в самый желудок щелочи из кишек.

Теперь остается прибавить, что у желудка имеется еще одна функция, очень важная, — это рвота, выбрасывание назад через рот вредных веществ, попавших в желудок. Значение такого отбрасывания понятно, потому что подобные вещества могли бы попасть в соки тела и принести большой вред организму. Акт рвоты — не болезнь, а просто предупредительный прием, предотвращающий серьезный вред организму. В особые подробности входить не буду, скажу только, что рвота сопровождается очень большим напряжением. Это настолько сильный акт, что боятся рвоты у старых людей, так как она часто плохо кончается у них. В двигательном акте, который существует при рвоте, главнейшее участие принимают брюшные мышцы, брюшная стенка и затем опускание грудобрюшной преграды. Она в момент рвоты, сокращаясь, опускается вниз, и эта соединенная работа брюшного пресса и диафрагмы ведет к тому, что желудок сжимается и пища выбрасывается вон. Перед этим открывается cardia, значительно расширяется пищевод, закрываются все побочные отверстия глотки. Затем происходит ряд сокращений самого желудка и иногда даже кишки, секреция слизи и даже желудочного сока для обмывания, так что это чрезвычайно сложная деятельность, имеющая целью выбросить то, что вредно и ненужно.

Однако обратимся к опыту, ко второй его части. 15 минут прошло, мы все время вливали в duodenum кислоту, а в желудке оказалось 200—210 куб. см воды, а в первой части опыта, когда в duodenum вливали воду, в желудке оставалось только 65 куб. см. Дадим успокоиться немного желудку и кишке и вольем в желудок снова воду; в duodenum же будем вливать не кислоту, а тоже воду, словом, повторим еще раз первую часть опыта.

Продолжаю относительно рвотного акта. Он представляет собой работу массы мускулов и секреторную работу желез.

Понятно, что раз имеется такая комбинированная работа, то имеется и нервная связь, нервная деятельность, и очевидно, что это есть нервный акт. Так и есть: вы имеете здесь рефлекс, совершенно определенный нервный рефлекс, который начинается в желудке. Вредная часть пищи действует на концы центростремительных нервов, по ним раздражения передаются в центр и оттуда уже идут по центробежным нервам, которые управляют рвотным актом. Центр (рвотный центр) находится в продолговатом мозгу; центростремительный же нерв, это нерв, с которым мы уже много раз встречались раньше, — n. vagus.

Я останавливаю ваше внимание на следующем, что представляло собою спорный вопрос. Грубер, отец русской анатомии, весь погруженный в свою науку, был исключительным анатомом, он физиологией не занимался, понятия не имел о ней, и когда ему приходилось касаться функций, то он пользовался такими данными, которые были в ведении анатомов еще в первой половине XIX века. Было время, а именно — первая половина XIX века, когда физиология преподавалась анатомами, теперь же физиология настолько разрослась, что невозможно стало объединить обе эти дисциплины. Так как физиология была в то время еще мало разработана, то и анатомы по старой памяти частенько плели чушь, и одной из ошибок было то, что они нервы делили на две группы — на нервы двигательные и нервы чувствительные. Грубер настаивал на таком подразделении, которое было установлено раньше. Теперь уже каждому ясно, что оно совершенно неверно: каждый нерв, какой вы ни возьмете, заключает в себе различные волокна. Каждый анатомический нерв надо понимать так, что это есть соединение волокон с самыми разнообразными функциями. Вы должны были понять это уже на примере блуждающего нерва. Хотя он и лежит перед вами в виде однородного тонкого шнурка, но он состоит из многих различных волокон. Ну, а анатомы задавали вопрос: какой это нерв — двигательный или чувствительный? Так вот, центростремительные волокна, которыми возбуждается в желудке рвотный рефлекс, идут тоже в вагусе.

Различаются два рода рвотных движений — рвота рефлекторная и рвота центральная. Вся эта рефлекторная цепь, весь этот прибор может раздражаться в двух местах — или на концах центростремительных нервов, или в центре. И то и другое обнаруживается при разных случаях рвоты; поэтому и говорится, что рвота бывает или рефлекторная, или центральная, смотря по тому, куда приложено раздражение. Обыкновенный

пример рефлекторного раздражения — если вам попало в желудок резко химическое или грубо механическое тело, то оно вызывает рефлекторные рвотные движения. Но бывает и так: в желудок ничего не попало, а рвота происходит; тогда надо представлять себе дело так, что нечто поступило в кровь и с кровью подошло к нервному центру, откуда раздражение передается по центробежным нервам. Такие вещества, вызывающие рвотный акт, употребляются и в терапии, как, например, апоморфин, который, будучи введен в кровь, вызывает рвоту. Этот опыт мы можем сейчас воспроизвести на собаке. Представьте себе, что вы имеете дело с самоубийцей. Допустим, что он принял яд, и надо, чтобы он выбросил этот яд обратно. Допустим, что он хочет умереть, но ваша обязанность врача не давать ему этого сделать. Вы хотите промыть ему желудок, а он стиснул зубы и не пускает, тогда вы можете впрыснуть ему апоморфин в любое место тела под кожу и минуты через две или три начнется рвота. Вы видите важность этого акта, а между тем он не пользуется симпатией. Это, очевидно, объясняется тем, что рвота ведет к устранению из организма вредных веществ и поэтому самую рвоту привыкли рассматривать как нечто скверное.

После рефлекторной рвоты остается раздраженное состояние слизистой оболочки, и тогда понятно, что аппетита не может быть, а при введении в кровь апоморфина животное сейчас же после рвоты может опять есть.

Теперь вернемся к нашему опыту. Вот опять, когда не вливали кислоты в duodenum, в желудке осталось только 65 куб. см воды из влитых туда 200 куб. см.

Рвотный центр можно раздражать и непосредственно. Он лежит на дне четвертого желудочка и если обнажить его и приложить к нему кусочек ваты, смоченной раствором апоморфина, то произойдет рвота. Впоследствии в клинике вы будете чрезвычайно часто встречаться с рвотным актом и увидите, какое он имеет большое значение.

Я обращу ваше внимание еще на следующий пункт: организм, получивший изменение в своем составе, отделывается от ненужных веществ при помощи пищеварительного канала; эти ненужные вещества, попавшие в тело, выделяются в полость пищеварительного канала и выбрасываются вон или рвотным актом, или актом дефекации. В пищеварительный канал может быть и не введено ничего вредного извне, а оно попадет туда из самого организма. Вы замечаете, что пищеварительный канал служит не только для восприятия веществ извне, но и для вывода вредных веществ во внешний мир.

Лекция двадцать девятая

ДЕЙСТВИЕ ЖИРА НА ПЕРЕХОД СОДЕРЖИМОГО ЖЕЛУДКА В КИШЕЧНИК. — ДВИЖЕНИЯ КИШЕК. — МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ. — МЕСТНЫЙ ИННЕРВАЦИОННЫЙ ПРИБОР КИШЕЧНИКА

Теперь мы проведем еще другой опыт, совершенно аналогичный тому, который мы провели в последний раз, — опыт, относящийся к переходу содержимого желудка в кишки. Помните, в прошлый раз вам было показано, что, вливая кислоту в duodenum, вы тем самым задерживаете переход воды из желудка в кишки. Следовательно, нахождение в двенадцатиперстной кишке кислоты есть условие, препятствующее переходу пищи из желудка в кишку. Теперь же мы будем вводить в кишку не кислоту, а жир. Сначала мы в двенадцатиперстную кишку вольем 50 куб. см воды, через пять минут вольем 200 куб. см воды в желудок и посмотрим, что получится. Введение этих 50 куб. см в двенадцатиперстную кишку делается для точности контроля. Сейчас мы вводим в duodenum воду, а потом введем жир. Вольем 200 куб. см воды и посмотрим, сколько воды уйдет из желудка за 15 минут.

При введении жира в кишку вы увидите резкую задержку воды в желудке. Вы понимаете, в чем суть дела? В том, что жир главным образом разлагается панкреатическим соком, а панкреатический сок действует не быстро, и жир не может весь перевариться, если он поступит в двенадцатиперстную кишку сразу в большом количестве. Известен факт, что если вы введете много жиру в duodenum, то он очень быстро пройдет непереваренным по кишкам. Эти опыты ясно показывают, до какой степени и двигательная работа тоже точно приноровлена к существующим условиям. Эти соотношения точно выяснены именно здесь при переходе пищи из желудка в кишки.

Должны быть такие же точные соотношения и при переходе из одного отдела кишек в другой, но там это еще не изучено, и поэтому я вам об этом говорить не буду.

Итак, положим, что содержимое желудка оказалось уже в кишках. Двигательная функция кишек исследуется теми же приемами. Следовательно, тут и непосредственное наблюдение при вскрытой брюшной полости, и наблюдение вырезанной кишки, и наблюдение при помощи фистулы, и исследование при помощи рентгеновых лучей. Все эти приемы дали более или менее согласный, хотя не особенно обильный результат.

Что касается форм движения кишек, то описываются две формы: маятникообразная и перистальтическая. Маятникообразные сокращения заключаются в том, что довольно быстро происходит сокращение мышц, как продольных, так и поперечных, с одного конца до другого, так что вы имеете действительно будто бы качающийся маятник. Если вдуматься в то, для чего это происходит, то можно назвать эти движения взбалтывающими или перемешивающими. То, что действительно подобные движения существуют именно для перемешивания пищи, доказывается посредством рентгеновых лучей. Понятно, для чего нужно это перемешивание. Пришла, например, в кишку из желудка кислая пища; нужно, чтобы она сделалась щелочной. Для этого, очевидно, следует размешать, разболтать ее вместе с щелочным соком кишек. Это и достигается такими маятникообразными движениями.

Кроме маятникообразных движений, очень существенных и очень важных, имеются еще движения перистальтические. Вы видите, как сократительное кольцо — перехват в одном месте — медленно движется, как бы ползет вдоль кишки сверху вниз. Вот сейчас здесь суженное кольцо, затем оно расслабляется, происходит перехват немного ниже, затем расслабляется этот перехват и т. д., так что получается впечатление передвигающегося кольца. Теперь, какой же смысл такого движения? Оно служит, очевидно, для проталкивания пищевых масс сверху вниз. Ведь при маятникообразных движениях эти массы остаются на одном месте и только взбалтываются. Перистальтические же движения иногда просто проводят пищевые массы из одного отдела кишечника в другой, иногда же имеют своей целью очистку пищеварительного канала, потому что сплошь и рядом с этих перистальтических движений начинается акт еды.

Итак, движения кишек бывают двух родов: или маятникообразные, или перистальтические. Что же касается того, как идут в норме кишечные движения, то, к сожалению, это еще

недостаточно исследовано. Нет еще систематических исследований двигательной работы кишечного тракта шаг за шагом. Известно, что пока нет пищи, нет и движения. Движения начинаются, когда в пищеварительный канал попадает пища, но нет определенных указаний, какое из этих движений начинается раньше. Я наблюдал, что сначала начинаются перистальтические движения и именно для того, повидимому, чтобы вывести из пищеварительного канала остатки прежней пищи, ненужные отбросы.

Для изучения движений можно вывести участок кишки под кожу. Вы режете три слоя брюшной стенки: кожу, затем сухожильный слой — linea alba — и брюшину. Потом вы можете участок неперерезанной, нетронутой кишки закрепить в отверстие раны. А чтобы не произошло выпячивания кишек, чтобы не произошло грыжи, над этим участком сшивается кожа. Когда рана зарастает, то оказывается, что животное чувствует себя хорошо и кишки его работают, как раньше. Но пища движется теперь под самой кожей, и можно на таком объекте хорошо следить за движением кишек. Вы даете собаке есть, через несколько минут начинаются перистальтические движения, которые скоро заменяются другими — маятникообразными. Затем снова появляются перистальтические движения уже при переходе пищи из желудка в кишки. Но я уже говорил, что этот раздел еще требует разработки. Есть указания, что эти движения возбуждаются и условными раздражителями, когда животное только видит пищу, обоняет ее и т. д.

Я прерву немного изложение, чтобы подсчитать результаты нашего опыта. Значит, в duodenum было влито 50 куб. см воды, через пять минут после этого мы влили 200 куб. см воды в желудок; за 15 минут в желудке осталось всего только 25 куб. см, т. е. 175 куб. см перешло в кишки. Ну, а теперь мы вливаем 50 куб. см масла в двенадцатиперстную кишку, через пять минут вольем в желудок опять 200 куб. см воды, а через 15 минут посмотрим, что получится.

Вы помните, что когда мы делали опыт с кислотой, то было несколько иначе. Там мы вливали в продолжение 15 минут постепенно через каждые две минуты по 2 куб. см кислоты. Так поступали тогда потому только, что кислота довольно быстро нейтрализуется и могло случиться, что кислота нейтрализовалась бы в кишке раньше 15 минут. Жир же не так быстро разлагается, и потому его можно влить сразу.

Так вот, кроме изучения естественных причин возникновения кишечных движений, привлекало внимание и то, с какой

быстротой происходят передвижения пищи по кишкам. Этот вопрос пока очень мало исследован. Известно только, что движения пищевых масс очень разнообразны, главным образом в зависимости от того, какая пища находится в кишках. Вы понимаете, что одни части пищи подлежат основательной переработке в том или ином месте пищеварительного канала, другие — просто подлежат выбрасыванию. Следовательно, пища, более богатая частями, нуждающимися в обработке, гораздо дольше будет находиться в пищеварительном канале, чем пища, имеющая меньше таких частей. Быстрота передвижения зависит от рода пищи. Я говорил вам, что если ввести в duodenum много жира, то он через 15—20 минут уже переходит дальше, хлеб же будет проходить очень медленно, долго. Детальных же систематических исследований здесь нет.

Теперь вопрос: каким образом совершаются кишечные движения? В этом отношении имеется значительное число данных, но все же нельзя сказать, что предмет достаточно изучен. Тут имеется следующий факт: движения кишек, быстрота их и т. д. управляются двумя механизмами. Давно известно, что, как и в отношении желудка, движение кишки продолжается и после того, как ее вырежут. Следовательно, импульс и механизм, нужные для движения, находятся отчасти в самой кишке. Что же здесь такое? Этот вопрос окончательно не может считаться решенным, однако имеется все же весьма значительный материал, относящийся сюда. Дело в том, что гистология дает нить для понимания этих явлений; оказывается, что в самих кишках имеются нервные сплетения: мейснеровские и ауэрбаховские. Мейснеровские сплетения находятся в подслизистом слое, который больше связан со слизистым слоем, чем с мышечным; ауэрбаховские же — между продольной и циркулярной мускулатурой. Я еще не упомянул о том, что мышцы и здесь располагаются двумя слоями — циркулярным и продольным. Не так давно проделаны были очень поучительные опыты. Один ученый, Магнус, брал кусок стенки кишек, даже не цилиндр, а полоску, клал его в раствор, содержащий соли приблизительно в таком же соотношении, как они находятся в организме (локковская жидкость), и наблюдал, как в этом растворе полоска кишки производила движения. Затем он отделял слизистую оболочку, а с ней и подслизистую, что анатомически допустимо, причем мейснеровские сплетения оставались на слизистой оболочке, а движение оставшихся частей все-таки не прекращалось. Дальше он отделил одни мышцы от других. Ауэрбаховские сплетения оставались на продольных мышцах, и эти мышцы работали,

тогда как движение циркулярных мышц, совершенно лишенных нервных элементов, прекратилось. Ясно, что движущим механизмом являются именно ауэрбаховские сплетения. Это очень хорошая форма опыта. Несомненно доказано, что первый двигательный механизм находится в нервных сплетениях. Очевидно, работа мускулов под влиянием этого ближайшего механизма довольно сложная и еще недостаточно изученная. Так как все здесь очень мелко и никаких центростремительных и центробежных нервов найти и отделить нельзя, то и задача определить, как именно происходит здесь работа, очень запутанная, трудная.

Следующий вопрос: имеют ли эти движения, помимо местных соотношений, соотношения и со всем организмом? Понятно, что они должны управляться и из центральной нервной системы. И действительно, центральная нервная система возбуждает и регулирует движение кишек, причем влияние здесь то возбуждающее, то задерживающее; возбуждающим нервом надо считать блуждающий нерв, а задерживающим — симпатический.

Вернемся опять к нашему опыту. Вот смотрите, что теперь выходит, это чрезвычайно занятно получилось. В первом случае воды осталось всего только 25 куб. см, а вот смотрите, сколько получилось во втором: вылилось обратно 250 куб. см — больше, чем было влито, причем в желудке оказался и жир. Очевидно, что двенадцатиперстная кишка, получив такую массу жира и «рассудив», что ей с такой массой не управиться, отправила часть жира в желудок. Видите, какая поучительная вещь, какая, говоря просто, «умница» кишка. Ведь с водой пищеварительному каналу делать нечего, и вода через 15 минут почти вся ушла; ну а жир — статья другая, и, как вы видите, часть его была даже отправлена в желудок. Это опять случай, доказывающий не только чрезвычайно тонкую приспособленность деятельности частей организма, но и механичность происходящего в желудке и кишках. Ведь, кажется, здесь могло бы быть и такое решение: вода могла бы проходить, а жир остаться, однако этого здесь нет — факт, показывающий в одно время и тонкость механизма и механичность его.



Лекция тридцатая

ИННЕРВАЦИЯ КИШЕЧНИКА. — ДЕФЕКАЦИЯ. — ВСАСЫВАНИЕ, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ. — ВСАСЫВАНИЕ СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ И КРОВЯНОЙ СЫВОРОТКИ. — ПУТИ ВСАСЫВАНИЯ

В прежнее время на зависимость движения кишек от нервов смотрели так, что блуждающий нерв считали двигательным нервом, а n. splanchnicus задерживающим. Теперь вопрос относительно иннервации кишек чрезвычайно усложнился, но в целом остается еще распространенным то мнение, что блуждающий нерв есть двигательный нерв, а n. splanchnicus — задерживающий нерв. Что же касается детальной обстановки опытов, подробностей, то нужно заметить следующее. Если прямо раздражать блуждающий нерв, то часто вы не заметите у животного появления движения кишек или получите нечто неясное, неопределенное. Опыт идет лучше, если предварительно перерезать n. splanchnicus, т. е. симпатический нерв. Тогда действие вагуса выступает отчетливее. Как это понимать? А понимать это надо таким образом. У голодного животного, которое ничего не переваривает, пищеварительный канал находится в покое. Этот покой обусловливается действием задерживающего нерва. Поэтому, если у голодного животного, у которого действуют задерживающие нервы, вы раздражаете вагус, то вы встретите антагонистическое действие со стороны n. splanchnicus. Получается «борьба» нервов, и общая картина, конечные результаты становятся неопределенными. Поэтому, для того чтобы при раздражении вагуса получить отчетливое возбуждение кишек, надо сперва избавиться от влияния задерживающих нервов. Этот факт должен вам напомнить другой факт, который я уже сообщал, именно — относительно секреции кишечного сока. Там я говорил, что единственный известный факт заключается в том, что после

перерезки брыжеечных нервов наблюдается беспрерывное отделение кишечного сока. Это последнее явление надо понимать таким образом, что от нервов исходит задерживающее влияние; когда же вы их перерезаете, то отделение сока идет без задержки и делается весьма обильным.

Значит, в данном случае мы имеем факт, аналогичный прежним. Здесь тоже выходит, что постоянное действие нервов — задерживающее.

Следовательно, как в отношении секреции кишек, так и в отношении их движения, мы видим несколько другой план нормальной деятельности нервов. Здесь действие нервов задерживающее, а не возбуждающее, не такое, как, например, на скелетной мускулатуре. В существовании задерживающей функции n. splanchnicus можно поэтому убедиться и в положительной форме. Если имеют место движения на кишечнике, вызванные или путем раздражения нервов, или иным путем, то раздражение n. splanchnicus поведет к остановке этих движений. Следовательно, действие n. splanchnicus доказывается двояким путем: и путем остановки движения кишек при его раздражении и путем появления отчетливых движений после перерезки при раздражении вагуса.

Эта глава о движении кишечника, как видите, много короче предыдущих. Она не проще, но фактов здесь меньше. Дело в том, что многие вопросы здесь далеко еще не исчерпаны, но скудость фактов зависит от того, что физиологи мало занимались этой областью и не по надлежащему плану.

По порядку мне осталось сказать еще о тех фактах, которые касаются выбрасывания остатков пищи вон, о дефекации, испражнении. Это происходит через большие промежутки времени, что становится возможным потому, что имеются особые замки, сфинктеры. Сфинктеры иннервируются особыми нервами, находятся под влиянием специальной нервной системы, притом под влиянием нервов двух сортов: задерживающих и возбуждающих. Когда происходит акт дефекации, то сфинктеры раздражаются, что ведет к их расслаблению и к открытию заднепроходного отверстия. А когда дефекацию нужно не допустить, то происходит сильное сокращение сфинктеров. Нервные волокна, иннервирующие сфинктеры, идут в n. hypogastricus и в n. errigens.

Акт дефекации рефлекторный. Потребность в испражнении дает о себе знать через чувствительные нервы, рассеянные в прямой кишке. Что же касается центров, благодаря которым совершается рефлекс, то их несколько: в нижнем отделе кишечника, в спинном мозгу и даже в головном. Инстанции нервных

центров расположены, значит, в нескольких этажах. В этом можно убедиться клиническими данными, лабораторными наблюдениями и по собственному опыту. Надо признать сначала ближайшие центры самого кишечника, затем центры в спинном мозгу и, наконец, центры в больших полушариях. Низшие центры состоят из ганглиев в брюшной полости. Что такие центры существуют и их необходимо признать, это доказывается тем, что если у животного разрушить весь спинной мозг, начиная с первых грудных или даже шейных частей, то у такого животного без спинного мозга вначале наблюдается полное расстройство испражнительного механизма, но постепенно все принимает нормальный характер. Очевидно, для сфинктеров нашелся заведывающий аппарат, нашлись центры. Их и надо полагать в низших центрах брюшной полости.

Займемся теперь опытом. Перед нами кролик, отравленный хлоралгидратом. У него вскрыта брюшная полость, а n. vagus взят на лигатуру. При раздражении вагуса видны движения кишек и маятникообразные и перистальтические. Опыт не совсем удался, так как не перерезан n. splanchnicus и получилась борьба задерживающего и двигательного нервов.

Я продолжаю относительно иннервации сфинктеров anus. Итак, первая иннервация, где происходит перенос центростремительных раздражений на центробежные, находится в каком-нибудь ганглии вне центральной нервной системы. Следующая инстанция — отдел поясничного мозга. В этом легко убедиться как на животных, так и по клиническим наблюдениям. Клиницистам известен такой факт, что при заболеваниях спинного мозга человек испражняется часто помимо своей воли. Если у животного разрушить позвоночный отдел мозга, то тоже получается нарушение в акте испражнения.

Затем, как это мы знаем по собственному опыту, последняя, самая высшая инстанция нервных центров доходит до больших полушарий. У людей и у массы животных акт испражнения совершенно произволен. Это служит доказательством того, что рефлекторная дуга может замыкаться и через большие полушария.

Итак, для такого, повидимому, простого дела, как дефекация, существует, как мы видели, такой сложный рефлекторный акт. Этим я и закончу изложение вопроса о двигательной работе пищеварительного канала.

Перехожу теперь к третьей работе пищеварительного аппарата — всасывательной работе. Процесс всасывания тесно при-

мыкает к работе переваривания и движения. Благодаря перевариванию пища упрощается по своему химическому составу, а благодаря движениям кишек она размазывается, продвигается по всему пищеварительному каналу. Все это имеет целью сделать пищу годной для всасывания. До тех пор, пока принятые нами питательные вещества остаются в желудке и кишках, они являются внешними веществами для организма и могут быть легко удалены из него. Только тогда, когда они переходят вглубь, за стенки кишек, они становятся достоянием организма.

Относительно всасывания многие ученые начали высказывать свои мнения уже давно, но еще и до сих пор этот вопрос вполне не выяснен и является своего рода яблоком раздора между физиологами.

Вы знаете из физики, что через проницаемые и полупроницаемые перепонки вещества переходят из одного сосуда в другой. Это — так называемые диффузионные и осмотические явления. Так вот, когда физиологи дошли до процесса всасывания, то они считали, что дело тут обстоит просто: прохождение обработанной пищи через стенки кишек происходит так, как через мертвые перепонки. Как вам уже должно быть известно о химизме пищеварения, все содержимое пищеварительного тракта, по крайней мере то, что организм собирается усвоить в своих целях, переходит в раствор. Окончательная цель химизма: превратить все в растворенные, легко диффундирующие вещества. Естественно, что физиологам и приходила мысль, что дальше, когда переваривание закончено, происходит простое прохождение пищи через стенки кишек вглубь организма. Однако дело оказалось не таким простым.

Да, вот маленькое замечание. Я вам передал факты, относящиеся к секреторной и двигательной деятельности пищеварительных органов и перешел к всасывательной деятельности. Но один отдел я упустил, внимательно слушающие меня могли это заметить. Это отдел, относящийся к подробной химии пищеварения. После того как я сказал о ферментах, о том, как они действуют, следовало бы по порядку изучить, как реально происходит обработка поступающих веществ в пищеварительном канале. Например, сколько в каждом отделе переваривается белков, жиров, углеводов, какие продукты разложения можно открыть здесь и там и т. д. Факты эти, конечно, очень интересны и имеют прямое отношение к тому, что я вам читаю, но я их опускаю, так как они относятся к области физиологической химии. Все это, безусловно, одна и та же физиология, но предмет очень разросся и из удобства

об одном вам говорит физиолог, а о другом химико-физиолог. Все это вам будет сообщено в свое время, а я перехожу к вещам, которые касаются моей кафедры.

Так вот, значит, всасывание — это переход приготовленных веществ вглубь тела для смешения с соками тела и для вхождения в состав живого вещества.

Сначала были расположены рассматривать этот переход как явления осмоса. Правда, это было еще в сороковых-пятидесятых годах прошлого столетия. До тридцатых-сороковых годов в физиологии господствовало понятие, очень вредное и противонаучное, именно — думали о какой-то особой «жизненной силе». Это был так называемый витализм. На все, что бы ни случилось в животном организме непонятного, ответ был один, что это делает «жизненная сила». Это слово в то время объясняло все и изгоняло всякую нужду в строго научном объяснении. Понятно, что этот витализм только закрывал путь для настоящего научного исследования, которое сводит сложные явления к более простым, установленным уже или данной наукой — физиологией, или другими науками: механикой, физикой, химией и т. д. Когда физиологи осознали, что «жизненная сила» — пустое слово, никому не нужное и ничего не объясняющее, то они начали все явления жизни, все физиологические факты сводить на явления физические и химические. Задачей физиологического исследования стало — объяснить все физико-химическими законами. В этом видели настоящую научную задачу. Физиологи ухватились за новую идею. В это время для многих процессов были предложены физико-химические объяснения. Для многих грубых явлений эти объяснения оказались очень подходящими. К более тонкой физиологии, например к жизни клетки, эти объяснения не подошли и были вскоре оставлены и забыты. Это и понятно. Пищеварительная, например, деятельность, как вы видите, есть настоящая химическая деятельность, которую и надо изучать чисто химическими методами. То же, как увидите дальше, можно сказать и о кровообращении, о работе сердца. Там происходят чисто физические процессы. Представление о сердце, грубое представление как о насосе, вполне подходящее. Все физико-химические объяснения, приложенные к крупным частям, к целым органам, оказались вполне удачными и приемлемыми, а приложенные к тонким частям, к клетке — оказались неверными и все впоследствии отпали. Объясняется это тем, что деятельность крупного органа мы более знаем, ее легче изучить, к макроскопическому органу легче подойти. Деятельность же клетки нам почти совсем

не известна. Понятно, что объяснения работы тех органов, которые мы знаем, оказались подходящими, а объяснения того, чего не знаем, неподходящими.

Так вот, всасывание через стенку кишек представлялось сначала простым актом, на него смотрели как на простой осмос. Но по мере того, как с предметом знакомились ближе, выявилось большое расхождение между тем, что давала для понимания физика, и тем, что было в действительности. Теперь по всей линии имеются отступления от чисто физических объяснений. Дело надо понимать так, что за выступившими деталями пока не видно закона. Безусловно, ни один из физико-химических законов не нарушается живым существом. Но, кроме физико-химических, здесь есть и свои законы, очень сложные, а мы их пока еще не понимаем, они закрыты массой деталей, подробностей, смысл которых нам не вполне ясен.

Наклонность физиологов всю деятельность организма сводить на физико-химические законы, давать всему физическое объяснение вызвала в конце концов реакцию. Так бывает всегда при одностороннем увлечении чем-нибудь. Эта реакция, этот поворот носит в науке название неовитализма, нового витализма. Фактически воскрешение витализма обозначает только то, что физико-химическое объяснение, расцветшее в конце пятидесятых годов, дало много плохих толкований и оказалось неприложимым к клеточной физиологии. Тогда противоположное мнение подняло голову. Но это значит только то, что мы не знаем еще всего, что не выработаны еще средства, чтобы повести строго научный анализ жизни клетки, повести дело так, как мы его уже ведем с крупными органами. И, конечно, появление неовитализма нельзя понимать так, будто мы из крупных органов изгнали «жизненную силу», а в мелких она осталась. Это лишь показывает состояние нашего знания. Клеточная физиология еще только начинает развиваться, получаются только первые отрывочные факты. Известно, что было время, когда и деятельность больших органов казалась таинственной и не подходила под физико-химическое понимание. А теперь мы орудуем исключительно с этими понятиями и никаких других не вводим. Теперь вся «таинственность» обнаружена и повторяется у нас в химических стаканах. Вы изучаете ряд ферментов, и их химическая работа проходит в пробирках на ваших глазах. Пройдет 10—20 лет, и все ферменты будут изучены со стороны своей химической натуры. Пойдет вперед и клеточная физиология. Вот как надо понимать те случаи, когда физико-химические объяснения оказываются в настоящее время не приложимы. Это значит, что

еще не дошел черед, что мы еще не все знаем. Понятное дело, нужно считать заслугой устранение неудачных объяснений. Часто в науке существует как бы обман чувств, — кажется, что ты понимаешь, а на самом деле не понимаешь. Случилось это и с физико-химическим знанием. Это, конечно, не достоинство, а порок, такой самообман затемняет истину. Поэтому, когда настоящий ученый отбрасывает плохие объяснения явлений, хотя бы эти объяснения были и физико-химические, то это не торжество неовитализма, а лишь строгое отношение к объяснению. Этим вовсе не исключается возможность нахождения верной, твердой и вполне научной дороги, на которую станет дело в будущем, как это не раз случалось и в прошлом.

Итак, физиологи сороковых годов считали, что всасывание есть простой осмотический процесс. Но потом физиолог Гейденгайн опроверг это положение. Он представил факты, которые шли вразрез с физико-химическими объяснениями и разрушали их. Борьба со старыми физиологическими понятиями очень поучительна. На ней не бесполезно остановиться.

На всасывание, значит, смотрели раньше как на простой осмотический процесс, имеющий целью уравнять составы вещества по одну и другую сторону кишечных стенок. Всасывание ведет к уравнению состава. Все это — чисто физические представления. В физике, как вам известно, есть подробная теория осмотических явлений, теория Вант-Гоффа. Вант-Гофф рассматривает растворенные твердые тела как газы. Газы стремятся распределиться равномерно. Значит в данном случае, в случае с растворенными веществами, если вы имеете между ними перепонку, вещества будут стремиться распределиться равномерно по обе ее стороны. Но для этого необходимо, чтобы была разница в составе, только тогда и начнется уравнивание. Если же этой разницы в составе нет, тогда передвижение не начнется, в нем не будет нужды.

Обратимся к всасыванию. Все, что ни есть в пищеварительном канале, все переводится в лимфу, в кровь, словом, в соки организма. Для того чтобы здесь можно было говорить об осмотических явлениях, должна, следовательно, быть разница в составе. Но что же оказывается? Уже тот факт, что все, что бы вы ни ввели в пищеварительный канал, переходит затем в соки организма, один этот факт показывает, что переход веществ происходит независимо от состава принятой пищи. И Гейденгайном было доказано в ряде опытов, что в данном случае физико-химическое объяснение не подходит к явлению, не покрывает его вполне.

Опыты эти такие. Возьмем раствор поваренной соли. Как я вам говорил, основная жидкость организма — это 0.9%-й раствор поваренной соли. Эта жидкость омывает все тело. Если из наших соков удалить все форменные элементы, белки и т. д., то останется одна вода, вот этот 0.9%-й раствор соли. Поэтому такой раствор и назван физиологическим. Значит, казалось бы, так: если вы вольете в пищеварительный канал 0.9%-й раствор поваренной соли, то он не должен переходить за стенки, так как в нем находится поваренная соль в том же отношении, как она имеется и в организме. Вы получите изотонический с соками тела раствор, одинакового химического тона. Однако оказывается, что этот раствор уходит внутрь тела, а не остается в кишках.

Можно пойти дальше. Вы можете взять сыворотку крови, т. е. ту жидкость, которая пропитывает все, весь организм (конечно, кроме морфологических элементов, которые в счет не идут). И вот эта сыворотка, введенная в пищеварительный канал, тоже вся уходит из него в организм. Значит, хотя и нет основного условия для простого осмотического всасывания, а переход, между прочим, совершается.

Этот опыт Гейденгайна мы сейчас сделаем. У нас имеется собака, у которой вскрыта брюшная полость и изолирована часть кишки при переходе из duodenum в jejunum на протяжении 40 см. В этот изолированный отдел мы введем изотонический раствор поваренной соли, т. е. физиологический раствор. Значит, по осмотическим законам, никакого движения раствора внутрь организма быть не должно. А вот вы увидите, что этот изотонический раствор будет уходить по ту сторону кишки. Если бы у нас был физический прибор, разделенный перепонкой, то в таких условиях растворы остались бы без движения. Итак, мы вольем в пустую кишку 80 куб. см физиологического раствора, а минут через 15 посмотрим, что из этого выйдет.

Теперь вопрос: что произойдет, если вливать не изотонические растворы? Если бы влить, например, гипертонический или гипотонический раствор, т. е. содержащий больше или меньше соли, чем жидкость организма, то надо было бы по осмотической теории ожидать следующее. Если это 2%-й раствор соли, то надо ждать, что вода из организма пойдет к соли, в кишку, получится увеличение влитого раствора и этим уравняются составы. А если у вас 0.5%-й или 0.3%-й раствор, то надо ожидать, что сперва уйдет из кишки вода, чтобы сделать раствор в кишке более концентрированным. Однако ни того, ни другого не происходит. Все растворы идут оди-

наково и переходят по ту сторону кишки. Никакого соответствия с тем, что следовало бы ожидать, нет. Но не надо, конечно, понимать так, что здесь получается нарушение осмотического закона. Этого нет. Здесь только усложнение явления; когда вы изучите хорошо все детали, то вы найдете и здесь этот закон.

Гейденгайн сделал добавление к этому опыту. Он попробовал отнять от стенок кишек их жизненные свойства, их живую натуру. Достиг он этого тем, что вводил внутрь пищеварительного канала вещества вроде фтористого натрия, который действует убивающим образом на ткани, отнимая у них жизненные свойства. И тогда в кишке дело происходило точно так, как в стакане у физика. Тогда изотонический раствор не переходил, а гипертонический и гипотонический переходили через кишку. Таким образом, как только сложные свойства живой кишечной перепонки были уничтожены, сразу ясно обнаруживались действия физических законов. Следовательно, живая стенка варьирует в своей деятельности, заслоняя действие физических законов.

Когда Гейденгайн опубликовал свои работы, то неовиталисты зачислили его до известной степени в свой «полк». Они вообразили, что он отстаивает неовиталистическую точку зрения. Для Гейденгайна это было, конечно, оскорблением. Ему это было обидно. И есть очень интересная статья Гейденгайна, где он изложил свое отношение к этой точке зрения: одно дело, указывал он, считать всегда доступными физические объяснения всех фактов, а другое дело — считать все явления никогда научно не объяснимыми. Наконец можно еще считать, что физические объяснения, недоступные сегодня, станут доступными через несколько времени. Понять же и объяснить все — идеал для науки.

Вернемся к нашему первому опыту. Теперь у того же кролика nn. splanchnici перерезаны и взяты на лигатуру. Дыхание устроено искусственное. Покой кишек абсолютный. Раздражаем вагус. Кишки начали двигаться. К сожалению, вам приходится только слушать, а не видеть. Пока nn. splanchnici были целы, нам удавалось только на короткое время вызвать движение, теперь же действие вагуса совершенно отчетливо. Задерживающего нерва теперь нет, и стоило нам только раз раздражить вагус, как получилось движение, долгое время не прекращающееся, и последующими раздражениями мы только усиливали прежнее движение. Движения эти напоминают возню кучи червей. Здесь заметны большей частью маятникообразные движения. Так как эти движения не пре-

кращаются, то мы покажем действие задерживающего нерва. Мы его достанем и будем раздражать. Раздражаем. Движение все-таки есть. Ясного действия не заметно. Для того чтобы иметь полную задержку, надобно раздражать оба nn. splanchnici. Во всяком случае существует следующий факт. Пока не были перерезаны nn. splanchnici, мы имели полный, устойчивый покой. А теперь, наоборот, мы не можем прекратить движения. Под влиянием же раздражения вагуса происходит усиление движения. Следовательно, в отношении задерживающих нервов мы исходим из того факта, который нами получен.

Факт существования задерживающего нерва у многих исследователей возбудил сомнения. Спор был разрешен тем, что перерезали nn. splanchnici; тогда выступало резкое действие вагуса — двигательного нерва. Здесь аналогия с действием вагуса по отношению к панкреатической железе.

Обратимся к нашему второму опыту. Было введено 80 куб. см физиологического раствора поваренной соли. Посмотрим, что случилось. Прошло 15 минут. Осталось 30 куб. см, 50 куб. см ушло. По осмотическим законам не должно было бы наблюдаться перехода. Если бы мы отняли у стенки кишки жизненные свойства фтористым натрием, то раствор не ушел бы.

Вольем в ту же кишку кровяной сыворотки. А пока, возвращаясь к изложению, скажу, что эти опыты Гейденгайна остаются вполне в силе и до настоящего времени. Опыты эти доказывают, что процесс всасывания слишком сложен, чтобы быть покрытым известными нам физическими законами. Обстановка действия этих законов так здесь усложнена, что эти физико-химические законы скрыты от нас, и явление носит как бы не согласный с законами физики характер. Законы, безусловно, имеют приложение и тут, но они не видны нам. Это показывает, что там, где мы дело знаем хорошо, там существует полное господство физики и химии, а там, где мы знаем мало, там замечается какое-то противоречие, которое только и обнаруживает наше незнание и ничего больше.

Итак, процесс всасывания — сложный процесс. Теперь мы займемся подробностями относительно перехода питательных веществ вглубь тела. Как, по каким путям переходят вещества? Путей здесь несколько, но главных два. Я напомню вам краткую гистологию кишек. Вся слизистая оболочка кишек усеяна выступами, ворсинками. Они имеют сложную конструкцию. Внутри каждой ворсинки имеется центральная полость. По поверхности ворсинки расположены разные элементы. Начиная изнутри, расположен, во-первых, слой цилин-

дрического эпителия, у которого имеется своеобразное устройство наружной части в виде продольно исчерченной каемки, затем идет тело клетки и ядро. За этим рядом идет соединительнотканный скелет, основа. В этой основе прямо под клетками находятся капилляры кровеносных сосудов. Далее ряд щелей, которые проводят жидкости вглубь центрального канала. В этой же соединительнотканной основе имеются и нервы. Вот в общих чертах состав ворсинки. Центральная часть ворсинки есть начало специальных трубок, так называемых млечных сосудов, о которых была речь раньше, когда говорили о значении желчи. Млечные сосуды — это начало лимфатической системы. Сперва они очень малы, так что их можно видеть только под микроскопом, а дальше они переходят в сосуды такой величины, что мы можем видеть их простым глазом. Для жидкости, проходящей через ворсинки и через всю слизистую оболочку, имеется, значит, возможность пойти в два места: или пойти через слой цилиндрического эпителия и соединительной ткани и проникнуть в млечные сосуды, или же попасть в кровеносную систему, в капилляры, которые в ворсинке лежат под слоем цилиндрических клеток. Для вещества, значит, имеются два пути: или в центральные каналы ворсинки и, следовательно, потом в млечные сосуды, или в капилляры, в кровь.

Теперь вопрос. Что куда подается? Какие переработанные и всосанные вещества попадают в кровь и какие в лимфу? Решить этот вопрос можно таким образом: надо взять или кровь, или содержимое млечного сосуда — млечный сок — и анализировать их состав после того, как вы дали животному в пищу какие-либо вещества. Это — чисто химическая задача. Теперь напомню вам, что оттекающая кровь, выносная кровь идет от кишек по специальной ветви, по воротной системе. Воротную систему составляют вены, которые собирают кровь из пищеварительного канала. Они не идут сразу к сердцу, но идут сперва в печень, распадаются там на капилляры, опять собираются в крупные сосуды и затем уже появляются в нижней полой вене. Следовательно, для такого анализа нужно брать кровь из воротной системы. Для того же, чтобы узнать, что́ попало в млечные сосуды, нужно поступать так. Сосуды эти вначале очень маленькие, с ними трудно оперировать, трудно вставить в них трубку. Поэтому нужно взять сосуды там, где они уже достаточно велики. Млечные сосуды сливаются с системой лимфатических сосудов, которые проходят во всех частях тела. Млечные сосуды являются, таким образом, одной из ветвей лимфатической системы. Слившись

с остальными лимфатическими сосудами, млечные сосуды все увеличиваются, и в конце концов огромное количество лимфы и млечного сока собирается и течет в большом сосуде. Это так называемый грудной проток — ductus thoracicus. Здесь же оказывается и всосавшаяся жидкость. Тут вы ее и можете легко достать. Мы можем открыть этот грудной проток и затем нагнетать в него млечную жидкость из брюшной полости по своему желанию.

Следовательно, имеется полная возможность следить за всосавшимися веществами или в крови, или в ductus thoracicus.

А теперь посмотрим результаты опыта. Было влито 90 куб. см кровяной сыворотки в jejunum. Осталось 65 куб. см, следовательно 25 куб. см жидкости вышло из кишки. Вышла жидкость, которая абсолютно такая же по составу, как и жидкость по ту сторону кишки. Почему вышло мало? Это объясняется тем, что чем больше опытов мы ставим на этой кишке, чем дольше идут эти опыты, тем больше кишка удаляется от нормальных условий и тем хуже работает. Кроме того, есть и другие, более глубокие причины, о которых я говорить сейчас не буду.



Лекция тридцать первая

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.—ТКАНЕВАЯ ЖИДКОСТЬ.—МЛЕЧНЫЕ СОСУДЫ.—СОСТАВ ЛИМФЫ.—ТЕОРИИ ЛИМФООТДЕЛЕНИЯ.—ДВИЖЕНИЕ ЛИМФЫ

Мы занимаемся изучением перехода переваренных веществ из кишек в жидкость организма. Этот переход называется всасыванием. Как я вчера сказал вам, суть этого перехода еще не выяснена, она представляется очень сложной и не укладывается в рамки современной физиологии. Что касается возможности всасывания, то она существует на всем протяжении пищеварительного канала. Конечно, она различна в разных отделах пищеварительного канала, в желудке, например, всасывание происходит хуже, чем в других отделах; очевидно, желудок не предназначен для всасывания. Если вы искусственно создадите такую обстановку, при которой в желудке происходило бы всасывание, то и тогда оно пойдет очень плохо, а на самом деле оно идет, конечно, еще хуже. И это понятно: пока пища еще груба, она не может всасываться, а как только она растворится в желудке, она сейчас же проходит в кишки. Есть указание, что всасывание варьирует и вдоль кишечного канала. Что касается нормального всасывания, то оно наиболее сильно в тонких кишках; там оно главным образом и происходит. Возможность же всасывания не исключается ни для одного отдела пищеварительного канала. Надо обратить внимание на то, что всасывание происходит и в толстых кишках и даже в rectum, на чем и основан способ питания через rectum, через задний проход. Если в верхнем отделе пищеварительного канала имеются какие-нибудь перехваты, мешающие прохождению пищи, то пища вводится через заднепроходное отверстие в rectum и толстые кишки. Это называется питательный клистир.

Вчера я перешел и к другому вопросу. Положим, что питательные вещества перешли уже стенку кишек, где же они оказываются? Как я сказал, есть два пути: или по млечным сосудам, или прямо в кровеносную систему. Для определения этого пользовались анализом; анализы показали, что большей частью массы переваренной пищи идут все-таки в кровь. Что же касается деталей перехода, то тут имеется много нерешенных вопросов, так что останавливаться на них сейчас во время лекции не стоит. Это еще спор, в котором пока никому не известно, на чьей стороне правда. Сейчас идет разговор, каким образом переходят именно белки. Есть указания на то, что белок может переходить как белок, т. е. не будучи измененным; но вы знаете, что огромная масса белка изменяется, что белки переходят в пептоны, а затем пептоны разлагаются на кристаллические тела, уже далеко ушедшие от свойств пептонов. Так вот теперь вопрос заключается в том: в каком же виде переходят белки?

Я уже говорил вам, что белок может переходить и как белок, как он есть, но остается под вопросом, какие количественные соотношения существуют между переходом нетронутых белков — альбумоз, пептонов — и кристаллических продуктов распада белков. Пептоны относительно легко определимы. Уже давно видели, что большое количество белков в кишках переходит в пептоны, а когда стали искать пептоны по ту сторону кишек — их не находили. И вот, уже давно стали склоняться к мысли, что, как только пептоны перебираются через стенку кишки, они сейчас же снова складываются в белки. Это объяснение довольно удовлетворительное. Но к нему со временем прибавилось еще кое-что, а именно то, что пептоны в кишке разлагаются еще дальше, и сейчас физиологи не знают точно, в каком виде пептоны переходят через кишечную стенку и что с ними делается. До известной степени также обстоит дело и с жиром. Что жир переходит в виде продуктов своего разложения, это признается всеми физиологами; но есть указания на то, что некоторое количество жира переходит, не разлагаясь. Основной факт тот, что жир переходит в виде своих компонентов, но как только он перешел через кишечную стенку, он сейчас же восстанавливается, так что в млечных сосудах вы имеете самый жир, а не продукты его разложения. Следовательно, разложение существует только на момент перехода. Что же касается того, каким образом переходит жир, то здесь тоже имеются разногласия в научных мнениях. Некоторые считают, что переход происходит прямо через клетки эпителия ворсинок, другие же считают, что имеют значение межклеточ-

ные промежутки и белые кровяные шарики. Вот как в общих чертах представляется это дело. Так как этот вопрос не разрешен еще, то я мало говорю о нем.

Сейчас мы говорили о том, как пища переходит из пищеварительного канала внутрь организма. Проследим ее путь дальше. Сначала я остановлюсь на млечных сосудах. Как я вам сказал уже, млечные сосуды являются ветвью той же трубчатой системы, которая имеется во всем теле и носит название лимфатической системы. С этой лимфатической системой и соединяются млечные сосуды, впадают в нее, затем в грудной полости образуется грудной проток — ductus thoracicus, который впадает в vena anonyma. Хотя пища и идет в тело двумя путями — и через млечные сосуды и через кровеносные, — но в конце концов она попадает в кровь и из млечных сосудов. Так вот, теперь по порядку мы и должны сказать, что же это за лимфатическая система. Для этого нужно иметь общее, даже не особенно детальное понятие об общей конструкции организма.

Организм можно себе представить как соединительнотканный скелет. Если удалить все, кроме соединительной ткани, то все-таки осталась бы форма человеческого тела, имелся бы соединительнотканный остов. В одном месте получились бы микроскопические перегородки, в другом щели, но все-таки была бы форма тела. В этой основе организма помещены специальные органы тела. Возьмем часть этого скелета, принадлежащую слюнной железе, там между частями этой ткани вы найдете клеточки слюнной железы.

Итак, какой бы орган вы ни взяли, у вас всегда будет часть этого соединительнотканного скелета и в петлях его клеточки органа, так что в конце концов как некоторый общий план вы будете иметь соединительнотканный остов, в петлях которого находятся специальные элементы. Так вот, в этих щелях соединительной ткани, в которых лежат специальные элементы различных органов, и берут начало лимфатические сосуды. Здесь имеется жидкость. Она является средой, в которой живут специальные элементы. С этой жидкостью к элементу приносятся нужные ему вещества, в эту жидкость элемент отдает те вещества, которые являются продуктами его разложения. Вы видите, что это та жидкая среда, в которой постоянно живут специальные элементы тела. В ней они живут, от нее получают различные вещества и в нее же отдают ненужные остатки. Жидкость эта называется лимфой. Здесь ее вернее назвать тканевой жидкостью, лимфой же лучше называть ту жидкость, которая идет из этих же щелей, но уже в самих

лимфатических сосудах. Это потому, что, как вам понятно, в этой тканевой жидкости живут элементы различного состава, выполняющие различные функции. Если вы возьмете, например, мышечную клетку, то она берет из этой жидкости другие вещества, чем, например, печеночная клетка, и понятно, что тканевая жидкость должна быть чрезвычайно разнообразна в различных частях тела. В лимфатических же сосудах тканевая жидкость из различных участков смешивается.

Почему же ветвь лимфатической системы, идущая от кишек, носит название млечных сосудов? Потому, что в млечных сосудах находится жир, придающий им белый, молочный вид. Млечные сосуды получают вещества прямо из кишечного канала, главным образом жир, обусловливающий их белый цвет. Я вам покажу опыт и прошу вас обратить особенное внимание на то, что вы увидите. В анатомическом институте вы этих сосудов не видели, а если и видели, то в совершенно исковерканном виде. Вам показывают там только ductus thoracicus и то, конечно, не таким, каков он у живого человека. Хирурги, которым приходится работать на живом человеке, те видят все эти ветви, а студенты, которым не приходилось их наблюдать, представляют себе их неверно.

Мы вам покажем сейчас лимфатическую систему в работе с ее ветвью — млечными сосудами. Вот видите, трубка совершенно белая от заключенного в ней млечного сока. Эта трубка вставлена в ductus thoracicus у места впадения его в вену. В грудном протоке сливаются и общая лимфатическая струя и струя млечных сосудов. По трубке течет совершенно белое вещество, ибо собака была недавно накормлена жиром, а главную часть жидкости в этом стволе составляет жир из млечных сосудов. Мы сейчас покажем, что эта белая жидкость идет именно из пищеварительного канала. Вы видите, что жидкости идет сейчас очень мало, но в наших руках имеется средство усилить приток этого сока. Средство это — надавить на брюхо, на кишки, где скопляется сок. Вы видите, что сейчас этот сок идет очень медленно, а посмотрите, как я усилю его ток, надавливая на брюхо. Вы видите, как на ваших глазах быстро начал набираться сок, я уже набрал 2 куб. см. Ясно, что млечный сок доставляется из пищеварительного канала. Можно еще раз повторить этот опыт. Вот, сейчас, когда я не давлю, вытекла за минуту всего одна капля. А теперь вот начинаю давить — давил только 15—20 секунд, а получилось уже полкубика. Связь совершенно ясная.

Вы видите лимфу, в которой преобладает струя млечного сока, потому что опыт происходит после того, как собаке дали

жирную пищу. Этот млечный сок, так похожий на молоко, как бы в добавление к сходству с настоящим молоком даже свертывается.

Я вам говорил, что в ductus thoracicus вливаются ветви как млечных сосудов, так и сосудов из других частей тела, откуда поступает тканевая жидкость. Тканевая жидкость прозрачна и бесцветна, как вода. Мы можем убедиться в том, что здесь сливаются обе струи, стоит только вызвать преобладание тканевой жидкости.

Этот опыт мы сделаем так: прекратим давление на брюхо и будем мять задние конечности. Будем выдавливать из них лимфу, и на ваших глазах жидкость будет становиться все прозрачнее. Мы производим массаж ноги, начинает капать, но мало еще. Сменить одну жидкость другой легко, когда жидкость льется кубиками, а когда она вытекает по каплям, то, конечно, это очень трудно.

Теперь мы сделаем вот что: мы вскроем брюшную полость у собаки, и вы увидите весь путь млечных сосудов. Здесь перед вашими глазами млечный сок. Значит, лимфатическая система млечных сосудов доставляет млечный сок.

Что касается лимфы, то ее состав похож на состав кровяной плазмы. Понятно, что в этой лимфатической жидкости будут и продукты разложения тканей. Дальнейший вопрос, который у нас возникает, — вопрос о том, откуда эта жидкость берется в щелях лимфатической системы, вопрос о лимфоотделении. Этот вопрос уже много лет занимает внимание физиологов. Первое представление было физико-химическое. Творцом физико-химического направления в физиологии был Людвиг. От него вышло много теорий, объясняющих жизненные явления с чисто физико-химической точки зрения. Большинство этих теорий было разбито главным образом Гейденгайном, и это сильно удручало Людвига. Он на моих глазах плакал, рассказывая о том, как его преследует Гейденгайн за его теории, над которыми он так много работал и которые считал истинными.

Надо сказать, что у нас, к сожалению, под напором этой окаянной политики, вы почти не видите интереса к научным истинам. Этим можно объяснить то, что такая масса кафедр сейчас пустует. Видите, до какого жалкого состояния мы дошли. А вот у соседей человек в 70 лет плачет над тем, что его истины оказались фальшивыми истинами.

Так вот, Людвиг и создал первую теорию лимфоотделения. Теория заключается в том, что лимфа есть просок, фильтрат крови. В межклеточных щелях проходят тончайшие капил-

ляры, а кровь, как вы это узнаете, находится под большим напором и производит давление на стенки. Людвиг думал, что в этих щелях напором крови выталкиваются некоторые элементы, а именно — жидкая часть крови. Красные и белые тельца остаются, а жидкая часть просачивается. Вот какое у него было представление. Каждая теория должна иметь за собою факты. У Людвига, помимо его тенденции объяснять все физико-химически, были также и факты. Когда он в некоторых частях тела зажимал вену, то количество лимфы увеличивалось. Он зажимал вену, не давал крови свободно протекать, получалось повышение напора, увеличение кровяного давления, и он видел соответственно с этим, что лимфы течет больше. Следовательно, он мог сказать, что лимфа образуется благодаря продавливанию некоторых частей крови сквозь тонкие стенки капилляров. Людвиг создал фильтрационную теорию, и она, благодаря направлению того времени, была принята очень благосклонно; только потом уже она начала подвергаться сомнениям, и одним из наиболее сильных ее противников был Гейденгайн. Гейденгайн занялся проверкой некоторых физико-химических представлений. Он нашел ряд фактов, которые эту теорию опровергли. Один из фактов, который он представил, был установлен до известной степени случайным наблюдением. Когда он был занят проверкой этой теории, у одной из его племянниц, после того как она поела раков, появился сильный отек кожи, очевидно вследствие застоя в лимфатической системе. У Гейденгайна родилась мысль о том, что есть специальные химические вещества, которые способствуют образованию лимфы. Он сделал вытяжку из раков и впрыснул ее собаке. У собаки получилась усиленная выработка лимфы без увеличения давления в крови. Получилась резкая разница между тем, что наблюдал Гейденгайн, и тем, что утверждал Людвиг. После этого Гейденгайн стал пробовать ряд других веществ, и оказалось, что есть и другие вещества, которые усиливают выделение лимфы, а на кровообращение не имеют никакого влияния. Затем он поставил ряд опытов с изменением кровяного давления и увидел, что такого точного соотношения между давлением и лимфоотделением, какое наблюдал Людвиг, нет. Он решил, что лимфа есть продукт секреционной деятельности капилляров. Материалы, конечно, берутся из крови, но переход сквозь стенки капилляров — сложный жизненный процесс, а не простая фильтрация, и надо считать, что это есть секреция. Так возникла рядом с физико-химической теорией Людвига секреционная теория Гейденгайна. И до сих пор не решен окончательно

вопрос о том, какая из них более верна. Однако большинство физиологов, которое относится к фактам более или менее объективно, склоняется к тому, что нельзя формулировать вопрос так, как это делал Людвиг.

Из исследований последнего времени надо отметить работы, выдвинувшие значение тех специальных элементов, которые находятся в начале лимфатической системы. Некоторые считают, что здесь имеют значение и состав крови, и проходимость стенки капилляров, и физико-химические свойства всего, что окружает эти капилляры, но сказать, что́ главным образом влияет на лимфоотделение, трудно. Некоторыми авторами указано, что огромное значение в образовании лимфы имеет и то, в каком состоянии находятся соответствующие элементы — в деятельном или в недеятельном. Но что́ именно здесь влияет, собственно ли увеличение деятельности или что-нибудь другое, — никто сказать точно не может. Те вещества, которые, находясь в крови, усиливают лимфоотделение, Гейденгайн назвал лимфогонными веществами.

После ответа на вопрос, где и как образуется лимфа, следует вопрос: как она движется? Ведь она движется по направлению к кровеносной системе, часть идет по ductus thoracicus, а часть, как я вам уже сказал, направляется в проток, собирающий лимфу с правой руки и правой половины шеи и головы в правую vena anonyma. Каким же образом она течет? Вы могли видеть и на нашем опыте, что движение лимфы очень слабое. Если вы возьмете лимфатический сосуд ноги, то вы в нем почти не заметите движения, но все-таки там есть движение, хотя и слабое, но постоянное. Что же толкает лимфу? Ясно, что первой причиной движения будет тот процесс, который происходит при образовании лимфы. Значит, если верно, что процесс лимфоотделения есть процесс фильтрации, то, конечно, первым толчком будет фильтрационное давление. Если причиной служит секреция, то первоисточником движения будет секреторное давление.

Имеются еще дальнейшие двигатели лимфы. Она движется под влиянием всякого внешнего давления на тело или же от давления одних частей тела на другие. В этом вы убедились тем, что для получения более сильного движения лимфы мы давили или на брюхо, или на ногу. А вот вам другой самый обыкновенный житейский опыт, который доказывает то же самое. Когда мы с вами встаем со сна, то у нас заспанное лицо. Что это значит? Не двигались кожа, мускулы, — лимфа застоялась, и произошел временный отек лица. Как только вы заговорили, у вас началось усиленное движение лимфы и отек лица проходит.

Но если вы внимательно следите за тем, что я говорю, у вас должно явиться возражение: ведь давление должно отталкивать лимфу в оба конца — и к венам, и назад. Каким же образом можно рассматривать это давление как одну из причин движения лимфы именно вперед? Надо знать тут кое-что из анатомии, а именно то, что в лимфатических сосудах имеются клапаны, которые мешают отбрасыванию лимфы назад.

Следующая сила, двигающая лимфу, — присасывающая сила грудной клетки. Заключается она вот в чем. Давление в нашей грудной полости меньше атмосферного давления, так что венозная кровь имеет давление тоже меньше атмосферного, и грудной проток — ductus thoracicus, который идет через грудную полость, вместе с жидкостью, находящейся в нем, тоже находится под давлением меньше атмосферного. Поэтому лимфа проталкивается в грудной проток из мест с давлением больше атмосферного (из живота, конечностей и пр.).

Сейчас займемся опытом. Эта собака подготовлена так же, как и в прошлый раз. В ductus thoracicus этой собаки вставлена канюля, и при ее посредстве мы собираем вытекающую лимфу. На этот раз есть особенность, не имеющая, собственно, значения, а именно: лимфа представляется не совершенно белой, а розоватой. Это бывает довольно часто, но еще не знают, чем обусловливается такая окраска. Определим приблизительно быстроту отделения: капли падают через каждые две-три секунды. Теперь посмотрим, что будет, если я стану давить на брюхо собаки. Видите, как быстро наливается жидкость в пробирку, в какие-нибудь пять секунд — один кубик, в полминуты — пять кубиков; чрезвычайно резкое усиление тока лимфы под влиянием массажа живота. Очевидно, что главная масса этого сока идет из пищеварительного канала. Понятно, что, как только я перестану давить, отделение уменьшится. Вы это и видите. Жидкость, как вы видите, густая, непрозрачная.

Теперь мы вам покажем, что сюда же направляется и тканевая жидкость. Для этого мы будем мять, тереть, массировать ноги, и вы увидите, как вытекающая из грудного протока лимфа будет меняться — из непрозрачной она будет становиться все светлее, прозрачнее. Свертывается лимфа так же, как и кровь, потому что состав ее очень близко подходит к составу крови. Постепенно, при массаже ног, эта жидкость будет делаться все жиже. Теперь, при массаже ног, лимфа также идет несколько быстрее благодаря проталкиванию ее из лимфатических сосудов ног. Этими подавливаниями, массажем мы заставляем лимфу быстрее течь; помните, вначале

было через две-три секунды по капле, а теперь падает по нескольку капель в секунду. Соберем еще две порции. Лимфа стала совсем жидкой. Теперь мы введем в подкожную клетчатку, в соединительную ткань синюю краску. Через некоторое время вы увидите, что краска эта появится в ductus thoracicus. Впрыскиваем эту краску в щели соединительной ткани. Очевидно, что краска может появиться в ductus thoracicus только вместе с тканевой жидкостью. Уже через две минуты появляется синяя краска; жидкость уже густо синяя. Вот вам доказательство того, что здесь есть струя тканевой жидкости.

Итак, существуют два источника лимфы: один из пищеварительного канала, другой из щелей соединительной ткани. Если мы теперь прекратим массаж ноги и снова начнем давить на брюхо собаки, то эта синяя жидкость сменится опять розовой, млечным соком. Начинаю давить на брюхо. Вот краска начинает бледнеть, но жидкость все еще синяя. Понятно, что нужно время, чтобы синяя жидкость успела смениться на розовую. Все светлеет и светлеет. . . Ясно, что мы прежнюю синюю лимфу разбавляем млечным соком. Соберем еще одну порцию, а потом снова будем давить на ноги, и снова потечет синяя лимфа. Начинаем опять давить на ноги. Пока еще капает бледноголубая жидкость, но сейчас она будет становиться все темнее и темнее. Вы, значит, видите совершенно отчетливо, что лимфа, находящаяся в ductus thoracicus, состоит из двух жидкостей: из млечного сока и из тканевой жидкости. Так как отделение вообще происходит слабо, то, понятное дело, смена этих жидкостей происходит очень медленно. Ну вот, теперь, благодаря массажу ног, началось более сильное выделение и течет более синяя лимфа. Сейчас уже совершенно ясно видно преобладание тканевой жидкости.

Ну, а теперь вы увидите белые млечные сосуды на вскрытой брюшной полости и, кроме того, впадающие в ductus thoracicus синие лимфатические сосуды, несущие синюю краску из ног.



ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ



Лекция первая

ИСТОРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ФИЗИОЛОГИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ. — КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ. — РАБОТА ВСАСЫВАЮЩЕГО И НАГНЕТАЮЩЕГО НАСОСОВ

Мы знаем, что так или иначе, прямо или через лимфатическую систему, но вещества, переварившиеся в пищеварительном канале, поступают в кровь. Таким образом мы подошли к другому большому отделу физиологии — к кровообращению. Этот отдел состоит из двух частей: физиологии крови и вопроса о ее движении. Физиологию крови я в своем изложении совсем не затрону, так как вы о ней услышите частью на лекциях по гистологии, частью на лекциях по физиологической химии. Я прямо перехожу к вопросу о кровообращении. Общее понятие о крови вы, конечно, имеете; поэтому я пока буду вести речь о крови как о жидкости, совершенно не касаясь того, что она собой представляет.

Кровообращением называется движение крови, этой специальной жидкости в организме. Пути движения ее так просты, что почти все хорошо знают, как и где совершается движение крови. Исторически же этот вопрос о кровообращении выяснялся очень трудно. Он решался многими учеными, и много времени прошло, прежде чем он был решен. Раньше при вскрытиях трупов говорили даже про те трубки, которые мы сейчас знаем как трубки кровеносной системы (артерии), что это трубки воздухоносной системы. И это отчасти понятно, потому что эти сосуды на трупе часто бывают наполнены воздухом, а не кровью. Постепенно учение о кровообращении пришло к тому состоянию, в котором находится и сейчас. Завершителем этого дела был англичанин Гарвей, уточнивший вопрос о движении крови в организме. Для его времени это было огромной задачей. Но уже его предшественники отошли от классиче-

ского заблуждения, что кровеносные сосуды суть воздухоносные трубки. Оставалось только проследить весь путь крови и установить, что все тело пронизано трубками, нигде не кончающимися, переходящими одна в другую, представляющими совершенно замкнутую систему. Для этого надо было проследить частицу крови на всем ее пути.

Гарвей это сделал и сделал так. Он перевязывал в различных частях кровеносные сосуды и смотрел, что происходит с содержимым сосудов выше и ниже места перевязки. Так постепенно он определил движение крови. Хотя вы, может быть, уже и знаете, в чем здесь дело, из анатомии, но я вам все-таки кое-что напомню.

Вы знаете, что в центре кровеносной системы лежит полый орган — сердце. Продольной перегородкой оно делится на две половины; каждая из этих половин делится еще пополам горизонтальной перегородкой на предсердие и желудочек. Ну, а теперь рассмотрим путь крови. Начнем с нижней части левой половины сердца. Сначала кровь идет отсюда в крупнейший сосуд всего тела — в аорту. Аорта делится на артерии, на все более и более мелкие сосуды до микроскопических трубочек — капилляров. Потом эти трубочки начинают собираться, соединяться, образуют вены, число их делается все меньше, и, наконец, остаются только две трубки — две больших вены, которые, сливаясь, впадают в правое предсердие. Из правого желудочка выходит легочная артерия. Эта артерия тоже начинает делиться, трубочки уменьшаются, число их увеличивается: трубочки распадаются на капилляры, капилляры собираются в более крупные трубочки (вены) и одной легочной веной впадают в левое предсердие. Вот вам весь путь, который проходит кровь (рис. 13). Это и есть круг кровообращения. Вы видите, что он, собственно, распадается на два круга. Тот, который начинается аортой и возвращается в сердце, в правое предсердие, носит название большого круга кровообращения. Другой же круг, который начинается в правом желудочке, а кончается в левом предсердии, носит название малого круга кровообращения. Большой круг кровообращения пронизывает все тело, малый же относится только

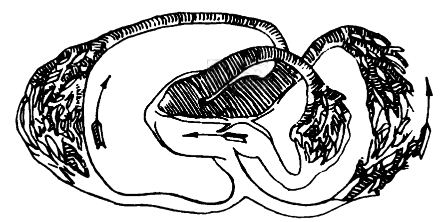


Рис. 13. Большой и малый круги кровообращения.

к одному органу, к легким. Вот вам общая схема кровообращения. Что же касается названий, то надо думать, что они вам известны. Аорта распадается на артерии, артерии на капилляры, капилляры собираются в вены.

В замкнутой системе сосудов кровь находится в беспрерывном движении. Движение это обусловливается работой сердца. Мое дальнейшее изложение будет иметь своей задачей показать вам, как действует сердце; показать, что оно играет роль насоса. Следовательно, надо уяснить себе сперва, как работает сердце. В доказательство того, что сердце действует как насос, я займу вас описанием очень простого, самого обыденного прибора, который, однако, представляет очень точно работу сердца. Вам надо понять этот прибор совершенно ясно. Вот вам этот прибор (рис. 14). При его помощи я могу совсем свободно перекачать воду из одного сосуда в другой. Это есть, стало быть, насос, который одним концом всасывает жидкость, другим нагнетает. Так вот, и сердце по сущности его действия совершенно уподобляется этому прибору, почему вполне законно начинать изучение сердца с ознакомления с этим прибором. Но прежде всего, как же устроен этот насос? Вы видите каучуковый мешок *А* с двумя трубками *а* и *б* справа и слева. В местах перехода его в трубки находятся заслонки, которые открываются в одну сторону. Там есть приспособление, допускающее клапаны открываться только в одну сторону. Вот какая несложная конструкция. Сейчас прибор наполнен жидкостью. Я давлю его руками. Вы видите, что жидкость выдавливается только в левый сосуд. Теперь я отпускаю шар. Вы видите, что в левом сосуде ровно ничего не изменилось, а в правом уровень воды понизился. Шар наполнился водой, и мы опять у исходного положения. Следовательно, в тот момент, когда я давлю шар, он действует как нагнетающий насос; когда перестаю давить — как всасывающий. Вот вам вся работа прибора.

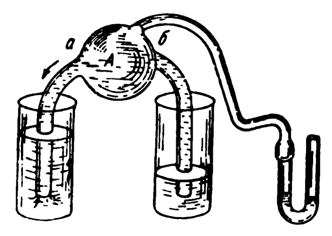


Рис. 14.

Теперь рассмотрим механизм, смысл этой работы и силы, участвующие в ней. Момент нагнетания обусловливается, конечно, давлением моей руки. То обстоятельство, что жидкость выливается только в одну сторону, обусловливается конструкцией прибора. Когда шар подвергается сдавливанию, то жидкость может выливаться только через левое отверстие,

потому что под давлением воды левый клапан открывается, другой же, правый, наоборот, прижимается плотно и закупоривает правое отверстие. Теперь момент всасывания. Когда я отпускаю руку, то из правого сосуда набирается жидкость. Шар, благодаря своей эластичности, распрямляется, принимает свою прежнюю форму. В нем образуется пустота. Понятное дело, что когда шар оказывается пустым, то атмосферный воздух, давящий на поверхность воды в сосудах, стремится вогнать воду в шар. Теперь, может ли он вогнать воду через оба отверстия? Не может, потому что клапан с левой стороны под напором воды сейчас же откинулся назад и плотно закрыл левое отверстие; здесь же справа имеется свободный путь, потому что клапан откинулся внутрь шара. Отверстие здесь открыто, и вода вливается в шар. Вот вам конструкция прибора, описание его деятельности и всех участников этой деятельности. Участников, значит, два: давящая сила руки и атмосферное давление. Все очень просто, и тем более ясно вы должны себе представлять это. Если вы представляете себе это ясно, то, значит, вы знаете физиологию сердца.

Теперь я произведу некоторый добавочный опыт, который пригодится при изучении сердца. На живом сердце нельзя исследовать его деятельность так полно и ясно, как на этом шаре; но там применяется тот же способ, который я применю сейчас и здесь. Дело в том, что полость шара соединена трубкой с манометром и изменение давления внутри шара можно наблюдать по манометру (см. рис. 14). Сейчас в манометре ртуть стоит приблизительно на одной высоте в обеих трубках. Когда я сжимаю шар, ртуть поднимается выше в открытом колене, когда же отпускаю — ртуть поднимается в другом колене. Точно так же я могу соединить с манометром и живое сердце, и по колебаниям ртути, по ее высоте, можно будет судить о колебании давления внутри сердца, можно будет определить нагнетающий момент и момент всасывания. В момент нагнетания — давление больше атмосферного, в момент всасывания — давление меньше атмосферного.

У меня в руках сердце собаки. Это — правая половина, это — левая; поперечная перегородка делит все сердце на верхнюю часть и нижнюю: предсердия и желудочки. Значит, всего имеется четыре полости. Теперь разрежем левый желудочек. Видите, какая толстая стенка! Из его камеры идут два отверстия: одно ведет в левое предсердие, другое — в аорту. Вы видите полное сходство с шаром, разница только в том, что отверстия здесь рядом, а там они на противоположных концах; но это, конечно, не важная, не существенная разница.

То же самое имеется и здесь, в правом желудочке. Вот я разрезаю его, и, как вы видите, здесь стенка гораздо тоньше. Из него тоже ведут два отверстия, одно — в правое предсердие, а другое — в легочную артерию. Вы видите, что в сердце не один насос, а несколько. Но это нисколько не меняет сути дела. Вот здесь, на границе между желудочком и предсердием, находится клапан; я натянул его, и он виден ясно. На месте перехода полости предсердия в полость желудочка образуются три заслонки, свисающие в полость желудочка, которые могут подниматься только до горизонтального положения и при сжатии желудочка не пускают кровь в предсердие.

Другое отверстие ведет в легочную артерию; на границе тоже есть клапан, но устроенный несколько иначе. Тут три полулунные заслонки, которые при вытекании крови из желудочка плотно прилегают к стенкам артерии и пропускают свободно ток крови. Когда же кровь идет из артерии, то заслонки раздвигаются, захлопываются и не пускают кровь. Совершенно та же история и в левом желудочке. Вы видите, какое сходство в устройстве сердца с этим прибором!

Мы будем говорить о левом желудочке, а вы помните, что совершенно так же действует и правый. Я установлю вам функциональное сходство между желудочком и нашим резиновым шаром. Считая, что левый желудочек представляет собою точную копию этого прибора, вы должны будете иметь перед собой постоянную смену двух его состояний — сжатого и расширенного. Эти же два состояния чередуются и на сердце, т. е. и сердце в одни моменты имеет меньший объем, чем в другие. Вы будете иметь постоянную смену объемов желудочка: он будет маленьким, когда действует как нагнетающий насос, и большим, когда действует как насос всасывающий. Здесь вот, на вскрытой лягушке ясно видны эти сжимания и расширения сердца. Здесь видна еще и разница в окраске, она то светлокрасная, то темнокрасная. Постоянно сердце то сжимается, то расширяется; происходит то же самое, что было, когда я сжимал и освобождал шар. Эти два состояния носят специальные названия: систолы сердца — в момент сжимания и диастолы — в момент расширения.

Теперь остается один вопрос, не особенно сложный: каким образом происходят эти сжимания и расширения? Тут вот, на этом приборе, моя рука производит сжимание, а как же там? Вопрос не представляет особого затруднения, потому что там та же самая мышечная сила, что и здесь, только там эта сила исходит из самих стенок сердца, стенки же нашего шара

надо сдавливать. Чем толще мышечный слой стенки, тем интенсивнее сжимание.

Теперь вам должно быть совершенно ясно, что левый желудочек является самым сильным насосом. Моторная сила правого желудочка гораздо меньше, и еще меньше моторная сила предсердий. Но расширение там, на приборе, производится эластичностью стенок, а что же влияет здесь. Сердце само по себе обладает большой эластичностью. Ну вот, смотрите — я перерезал его; вот сжимаю оба отверстия, которые, как вы видите, сжались, т. е. сжалась и полость левого желудочка, и полость правого. Теперь я отпускаю — и эти отверстия снова расправляются. Ясно, что здесь конструкция та же, что и в резиновом шаре. Вы видите, что получается полная аналогия как в отношении конструкции, так и в отношении деятельности сердца и шара. Дальше пойдут детали дела, суть же его всю вы видели и слышали уже сегодня.



Лекция вторая

УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИЯ СЕРДЕЧНЫХ КЛАПАНОВ

Теперь перейдем к подробному изучению действия сердца как насоса. Прошлый раз я установил лишь общее сходство, сейчас же начнем более подробное исследование. Первый вопрос — конструкция насоса; в конструкции сердца особое внимание привлекают клапаны. Клапаны сердечные, как и в том приборе, открываются только в одну сторону в каждой половине сердца: в правой — из предсердия в желудочек и из желудочка в легочную артерию; в левой — из предсердия в желудочек и из желудочка в аорту. Вы уже знаете, что в отверстии из предсердия в желудочек находятся лоскутные, створчатые клапаны, причем в правой половине этих створок три, а в левой две. В их устройстве имеется следующий важный пункт: от стенок желудочка к этим створкам идут так называемые chordae tendineae. Не будь их, створки клапана при систоле желудочка под напором крови вывернулись бы просто-напросто в предсердие. Chordae удерживают клапаны, не давая им подниматься выше определенного положения. Затем имеет значение и то, что эти сухожильные нити сидят на особых сосковидных мышцах. Так что здесь регулируют поднимание створок не только chordae tendineae, но и сосочковые мышцы, поднимающиеся со стенок желудочка. Ведь желудочек расширяется и сжимается в разных случаях различно. В одном случае chordae tendineae оказались бы слишком короткими, а именно: при сильном расширении полости сердца кровью и слабом сокращении его их длины нехватило бы и створки были бы приоткрыты; наоборот, в другом случае они могли бы оказаться чересчур длинными, именно тогда, когда желудочек сильно сокращен, и тогда створки вывернулись бы от напора крови в полость предсердия. Вот

поэтому-то сухожильные нити и сидят на особых мускулах, которые, когда это нужно, их то удлиняют, то укорачивают и ровно настолько, насколько нужно. Видите, какое здесь тонкое соотношение. Нельзя не обратить внимания еще вот на что: ведь важно, чтобы створки не только всегда встали на свое место, но и то, чтобы это произошло возможно скорее. Когда желудочек начинает сокращаться, то, если бы створки не сразу захлопнулись, часть крови могла бы отхлынуть назад. Но створки сразу закрываются, так как при сокращении желудочка давление в нем увеличивается и само отбрасывает клапаны. В связи с этим находится следующее обстоятельство. Вы видели, что поверхность желудочка очень неровная, вся изборождена щелями, валиками. Зачем это? Разве нельзя было сделать ее такой же гладкой, какой является и поверхность предсердий? Однако при гладких стенках мог бы быть такой случай, что створка крепко пристала бы к стенке желудочка и тогда отверстие закрылось бы не так быстро. А раз поверхность стенки неровная, то понятно, что створка не прилипает к ней, так как в щелях находится кровь, которая сообщается с остальной кровью, находящейся в желудочке. В самом начале сжимания, так как давление в жидкости передается во все стороны, эта кровь давит на створки и захлопывает их.

Я покажу вам работу этих клапанов. Сейчас будет проделан опыт, который доказывает, что сердце действует как насос. Моторная сила будет, конечно, исходить из наших рук. Вот здесь левый желудочек на верхушке разрезан. В него вставлена и вшита стеклянная трубка. Другая стеклянная трубка вставлена в полость аорты и не доходит до полулунных клапанов. Следовательно, полость желудочка отделена от полости аорты полулунными заслонками. Отверстие венозное упразднено тем, что вена завязана, и вы, таким образом, имеете, собственно говоря, полость желудочка с двумя упомянутыми выше отверстиями. Опыт делается так: мы сжимаем желудочек, часть жидкости отбрасывается назад, а часть проходит через аорту и выливается сюда. Таким образом, сжимая ритмически сердце, мы будем перекачивать воду из одного сосуда в другой. Вот вам другое, совершенно очевидное доказательство того, как плотно захлопываются полулунные клапаны. Вы видите, что столб жидкости не может проникнуть из аорты обратно в желудочек.

А вот здесь на другом препарате можно видеть, как замыкаются створчатые клапаны, которые стоят у отверстия в предсердие. Это левый желудочек, одна стеклянная трубка вставлена прямо в него, а другая в аорту; левое предсердие срезано,

так что мы сверху видим двухстворчатый клапан. Понятно, что здесь на вырезанном мертвом сердце все соотношения нарушены и створки эти захлопываются не так плотно; но всетаки отчетливо видно, как они захлопываются. Когда я сжимаю сердце — створки захлопываются, когда отпускаю — они на короткое время раскрываются, а потом опять захлопываются.

Теперь речь пойдет о карманных клапанах. Карманы так велики, свободный край их настолько широк, что, подаваясь к середине, они совершенно закрывают отверстие сосуда и даже отчасти находят один на другой. Здесь обращает на себя внимание следующее. На середине свободного края каждого кармана находится небольшой узелок, утолщение, nodulus Arantii; позади каждого кармана в стенке находится выемка, а вход в аорту окружен сильным мускульным кольцом; кровь во время систолы проходит в аорту через. сужение. Какой же смысл всего этого? Узелки, noduli Arantii, способствуют тому, что этот клапан плотнее захлопывается. Далее необходимо, чтобы клапан, его карманы захлопывались возможно скорее; это достигается тем, что позади заслонок клапана находятся выемки, соединяющиеся с остальной полостью аорты, и кровь, находящаяся в них, давлением на карманчики заставляет последние быстрее отделяться от стенок. Если бы выемок не было, если бы стенка была гладкой, то карманчики могли бы плотно пристать, прилипнуть к ней. Необходимо, однако, чтобы здесь был еще один компонент, который отбрасывал бы эти карманы в середине аорты от ее стенки. Ведь если бы в аорте было только поступательное движение крови вперед, то такого отбрасывания может быть и вовсе не случилось бы. Для того чтобы на месте клапана оказался такой отбрасывающий компонент, нужны вихревые движения. Для создания этого вихревого движения и существует упомянутое сужение в начале аорты, благодаря которому кровь проходит как бы из узкого помещения в широкое и потому идет уже не только прямо, но разбрасывается в разные стороны. Таким образом возникают вихревые движения, значение которых для отбрасывания створок ясно.

После лекции вы посмотрите работу этих клапанов на особенно хорошем, специальном препарате сердца лошади или коровы, освещенном изнутри.



Лекция третья

СЕРДЕЧНАЯ МУСКУЛАТУРА. — ДАВЛЕНИЕ В СЕРДЕЧНЫХ ПОЛОСТЯХ. — ГРАФИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ РАБОТЫ СЕРДЦА

Вчера мы в нескольких вариациях познакомились с устройством сердечных клапанов. Теперь мы переходим к движущей силе сердца. На нашем приборе моторной силой служила рука, здесь же на живом сердце движущая сила заключена в нем самом — в мускулах, из которых состоит стенка сердца. Сердечная мускулатура расположена пучками, распространяющимися в виде очень сложной системы по всевозможным направлениям. Здесь имеются и продольные мышцы, и поперечные, и косые, т. е. мышцы, идущие во всех направлениях. Значение этого состоит в том, чтобы сокращался, работал каждый пункт сердечного мешка. Пунктом прикрепления мышечных пучков служит твердая фиброзная перегородка, отделяющая желудочки от предсердий; фиброзное кольцо совершенно отделяет мускулатуру желудочков от мускулатуры предсердий. Нужно упомянуть факт, который теперь недаром привлекает к себе внимание. Фиброзное кольцо отделяет мускулатуру предсердий от мускулатуры желудочков везде, кроме одного места, где находится мускульное же соединение между ними, которое названо по имени Гиса, наблюдавшего его, гисовским пучком. Стало быть, между этими двумя мускулатурами есть и специально мышечная связь. Вы потом узнаете, что этому пучку принадлежит большая роль. Из дальнейших подробностей обращает на себя внимание то, что, помимо специальной мускулатуры каждого из этих отделов сердца, имеется еще общая мышечная оболочка, которая обхватывает оба эти отдела. Надо обратить внимание еще на укрепление верхушки левого желудочка. Ведь вы знаете, что этот желудочек толстостенный, потому что ему приходится создавать

и выдерживать огромное давление. Движения его должны быть очень энергичны, и поэтому он должен быть хорошо укреплен. Так вот, помимо мускулатуры, которая развивает в нем моторную силу, есть и мускулатура, удерживающая его. Природа позаботилась об укреплении верхушки — apex: там имеются пучки, которые прикрепляются к фиброзному кольцу; получается род петель, удерживающих верхушку.

Здесь надо обратить внимание, во-первых, на то, что, хотя мускулатура желудочков и отделена от мускулатуры предсердий, имеется мускул, соединяющий эти два отдела, а во-вторых, на то, что мускулатура сердца чрезвычайно как будто перепутана; физиологи, повторяю, думают, что это для того, чтобы стенка сердца работала каждым своим пунктом. Делали такой опыт: в стенке сердца в различных местах втыкали булавки и везде видели одно и то же — сигнальные булавки при сокращении сердца сближались, хотя втыкались они в различных местах. Следовательно, сокращается каждый пункт стенки.

Теперь, для того чтобы установить совершенно точную аналогию сердечных насосов со схемой, нужно тот же самый опыт, какой проделывался на приборе, проделать на живом сердце. Вы помните, у нас был шар с трубкой, которая вела в манометр. По манометру мы судили о давлении внутри шара. Вы видели, что, когда я шар сжимал, ртуть повышалась в открытом колене манометра, когда отпускал, ртуть поднималась в колене, соединенном с шаром. Этим я и доказывал, что имеется два момента: момент нагнетания, когда давление больше атмосферного, и момент всасывания, когда давление в шаре меньше атмосферного. Так вот, я говорю, что это надо проделать и с сердцем.

Делается это так: у собаки надрезают на шее какой-нибудь большой сосуд, например a. carotis, и через этот сосуд, затем через a. innominata и по аорте в полость левого желудочка вводится трубка, причем, если это сделать аккуратно, клапаны остаются невредимыми. Точно таким же образом можно легко проникнуть по v. jugularis externa, затем по v. subclavia и т. д. в полость правого предсердия, а оттуда в правый желудочек. Так что очень легко соединить с манометром как полость левого желудочка, так и правого. Вот здесь полость левого желудочка соединена с манометром, и вы видите, что уровень ртути постоянно то понижается, то повышается, но все время остается ниже уровня в открытом колене. Происходит будто бы противное тому, что я говорил вам. Там давление было то выше атмосферного, то ниже, здесь же все время давление выше атмосферного.

Этот факт долго приводил физиологов в большое раздумье; долго не могли признать вследствие этого сердца всасывающим насосом. Это одна странность, а другая состоит в том, что, измеряя одновременно и давление в аорте, видели, что это последнее часто превышает даже то давление, которое показывает манометр, соединенный с желудочком. Последнее было очень странно: как же может кровь итти из полости с меньшим давлением в полость с бо́льшим давлением? И физиология оставалась в тупике, пока два автора не догадались, что показания манометра имеют неточное значение, что на манометре, соединенном с желудочком, вы не имеете максимальной и минимальной величины давления, а как бы некоторое среднее давление. Они объяснили это тем, что там происходит очень быстрая смена сжиманий и расширений сердца и ртуть не успевает подниматься и устанавливаться на истинной высоте, равным образом не успевает опускаться до истинного минимума давления. Поэтому ртуть в манометре и показывает некоторые средние величины. Таким образом они свели эту странность к негодности прибора. Как же это проверить? Как доказать справедливость их объяснения? Надо было совершенно отделить в сердце давление систолическое от давления диастолического. Нужно было сделать так, чтобы на манометре отзывалось только или давление в момент систолы, или давление диастолическое, а не оба вместе.

Решение этого вопроса было простое: вставили на пути трубки, ведущей в манометр, особый клапан, открывающийся только в одну сторону, и тогда эти два момента перестали смешиваться. Если вы поставите клапан так, чтобы он открывался к манометру, то у вас манометр покажет только систолическое давление; если вы перевернете клапан обратно, то манометр укажет диастолическое давление. Проделав этот опыт, увидели, что ртуть в манометре поднимается при систоле (или опускается при диастоле) не сразу, а толчками, и только после ряда систол ртуть поднимается до истинного уровня. Таким образом стало совершенно понятно, что показываемая здесь величина не есть величина истинного давления. Когда клапан открыт в сторону манометра, то влияние диастолы уничтожается, потому что клапан сейчас же по прекращении систолы закрывается и отгораживает манометр от сердца; наоборот, клапан, открывающийся только в сторону сердца, захлопывается при самом начале систолы и уничтожает ее действие. Отделив момент систолы от момента диастолы, Гольц и его сотрудник Гауль установили, что давление в желудочке в момент систолы больше атмосферного, а в момент диастолы — меньше.

Таким образом был доказан факт деятельности сердца как всасывающего насоса.

Эта трубка, как вы видите, раздвоена, и в одну ветвь вставлен диастолический клапан. Один манометр показывает истинное диастолическое давление — оно отрицательное, а другой манометр — то самое среднее, которое так долго путало физиологов. Систолическое и диастолическое давления различны и по абсолютной величине. Систолическое давление огромно, потому что ему приходится преодолевать большое давление аорты. Диастолическое же сравнительно не велико.

Теперь мы можем перейти к следующему вопросу. Я вам говорил, что в сердце имеется четыре насоса, вернее два насоса и два насосика. В левой половине, например, сильный, совершенный насос — левый желудочек, и к нему приделан маленький, несовершенный насосик — предсердие. Клапаны в предсердиях имеются только в отверстии, ведущем в желудочек, и вы увидите потом, что в других клапанах даже нет необходимости. Возникает вопрос: как работают все эти насосы вместе, как все они слажены между собой? До сих пор мы рассматривали различные отделы сердца, теперь же переходим к рассмотрению сердца как целого органа.

Я приведу вам сейчас, а потом покажу на приборах, данные, которые считаются в настоящее время наиболее точными. Вы можете следить за работой сердца разно: можете просто вскрыть грудную клетку и смотреть глазом на то, как и в какой последовательности сжимаются различные отделы сердца; понятно, что это будет очень неточная форма наблюдений. Нужно и здесь применить графический метод. Один из самых безупречных способов заключается вот в чем: проникают в различные отделы сердца и при помощи несложного прибора записывают одновременное изменение давлений. Опыты эти проделывал ученый Марей вместе с другим ученым, Шово. Он брал твердую трубку, на один конец навязывал каучуковый шарик из очень мягкой резины, а другой конец соединял с прибором, который носит название мареевского барабанчика и устройство которого вы знаете. Как только сердце сократится, оно сжимает и каучуковый шарик, а по трубке давление передается мареевскому барабанчику и рычажку, который чертит кривую на закопченной бумаге. Если не вскрыта грудная полость, то можно проникнуть в три полости: в правое предсердие, правый желудочек и левый желудочек. При невскрытой грудной полости нельзя попасть только в левое предсердие, для этого надо вскрыть грудную

полость. Так вот, если вы вставите в эти отделы каучуковые шарики описанных мною приборов, а рычажки заставите одновременно писать на вертящемся барабане на закопченной бумаге, то у вас получится графическое изображение всей работы сердца. Таким способом записаны вот эти кривые: кривая левого и правого желудочков и левого предсердия. Рассматривая каждую из этих кривых линий, вы можете сказать, что происходит в данный момент в желудочке или в предсердии. Вы видите здесь неправильные волнистые линии. Не все эти волночки еще объяснены, и я остановлюсь только на самых существенных волнах.

Вот здесь на координатных линиях отмечаются давление и продолжительность сокращения. На горизонтальных линиях отложены промежутки времени, на вертикальных — сила сокращения. Если вы будете обращать внимание на высоту волны, то вы заметите, что самое сильное давление бывает в левом желудочке, с чем совершенно согласуется тот факт, что левый желудочек имеет самые толстые стенки. На линии предсердия волночки совсем маленькие, что тоже вполне понятно. Среднее положение занимают волны правого желудочка. Это — величины давлений. Если же мы будем наблюдать последовательность их, то мы заметим, что волны предсердий предупреждают волны желудочков. Так что, если вы смотрите на все сердце, то вы видите, что сначала сокращаются предсердия, а затем сейчас же происходят сокращения желудочков. Затем, когда кончилось движение желудочков, — некоторое время общий покой, в сердце ничто не работает, а потом работа начинается снова. Эти периоды носят название сердечных ударов. Значит, сердечный удар состоит из сокращений предсердий, сокращений желудочков и покоя сердца — паузы. Из этих кривых вы составляете себе совершенно ясное представление о работе сердца. Затем, вот что еще. Против волны правого предсердия вы должны были бы иметь волну левого предсердия, но ее нет: если ее записать, та волна совершенно совпадает с этой.

Теперь последние важные данные — относительно различной продолжительности волн. Вы видите, что волна предсердий продолжается гораздо меньшее время, чем волна желудочков. Вы видите — волна предсердий измеряется только двумя клетками, волна же желудочков — четырьмя; значит, волна сокращения желудочков в два раза больше волны предсердий.

Вот те три главные момента, которые обращают на себя внимание при изучении этих кривых: последовательность, сила и продолжительность сокращений.

Теперь, когда мы составили себе понятие о деятельности всего сердца, мы можем заняться вопросом: какой смысл имеет такое разделение на четыре отдела? Ну, о половинах и говорить нечего: правая половина является насосом, всасывающим кровь из большого круга кровообращения и нагнетающим в малый, левая половина всасывает кровь из легких и нагнетает в большой круг кровообращения. Значит, нам остается только объяснить, почему явления идут в таком порядке. Первый вопрос: зачем у двух таких сильных насосов, как правый и особенно левый желудочки, есть еще слабые придатки — предсердия? Более или менее правдоподобный ответ явствует из учета работы, которую они производят. У желудочков имеется огромная работа — нагнетать кровь в аорту и в легочную артерию, где существует очень большое давление. После сокращения должно произойти наполнение желудочков кровью. Задача быстрого наполнения желудочков кровью осуществляется при помощи этих добавочных насосиков — предсердий. Предсердия, исключая коротенький момент сокращения, собирают, скопляют в себе кровь. Желудочек, значит, сокращается, потом отдыхает, а кровь постепенно и безостановочно накопляется здесь в предсердии и затем очень быстро переходит из него в желудочек. Следовательно, предсердия существуют для собирания крови во все время сокращения и покоя желудочков, а затем для выбрасывания крови в полость желудочков. Для этой задачи вполне достаточно той небольшой силы, которой обладают предсердия. Предсердия также могут не иметь клапанов на венозных отверстиях, потому что желудочек не только не представляет сопротивления, а даже как бы втягивает в себя кровь из предсердия. Вот как представляется специальная роль предсердий — собирать кровь и за короткий промежуток времени выбрасывать ее в полость желудочков.



Лекция четвертая

БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ. — РАБОТА ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА. — СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

Как вы знаете, весь путь крови делится на два отдела — на большой и малый круги кровообращения. В начале каждого из этих отделов стоит сильный насос — желудочки. В начале большого круга кровообращения стоит сильнейший и совершеннейший насос — левый желудочек, который имеет добавочный насосик в виде левого предсердия для собирания крови. Совершенно то же имеется и в начале второго круга, причем правый желудочек слабее левого. Мы перешли уже вчера к изучению соединенной работы всех четырех отделов сердца, и вы видели, как она совершается. Вчера я показал вам работу сердца на схеме в упрощенном виде; сегодня же покажу все на собаке, причем дело будет заключаться не в том, чтобы получить точные кривые работы сердца, — для этого нужна большая аккуратность и точность в постановке опыта, что невыполнимс в лекционной обстановке, — я здесь покажу вам только то, как это делается. Вы увидите все эти катетеры, барабанчики и т. д. В пищеварительном канале мы все время имели дело с химией, здесь же — с физическими отношениями, здесь даже такой важный орган, как сердце, совершенно напоминает простой физический прибор — насос. Вы видите, что физиологии постоянно сопутствуют и другие дисциплины.

Вы теперь уже основательно познакомились с механизмом сердца, уяснили себе его физические функции. Далее перед нами встает вопрос: каким образом происходит работа этого насоса в течение всей жизни? Вы знаете, что в сердце происходит постоянная смена работы и покоя; сердце постоянно то сжимается, то расслабляется, отдыхает. Работа сердца, как и вообще работа, измеряется известным подъемом груза

(крови) на некоторую высоту, а потому, чтобы знать работу каждого удара, надо знать, сколько крови и на какую высоту выталкивается с каждым ударом. Работа, следовательно, будет равна произведению количества массы крови на цифру, показывающую высоту, на которую она выбрасывается сердцем. Работа сердца очень значительна и исполняется им в течение всей жизни человека и животного; причем работа эта ни на минуту не останавливается. У человека каждый сердечный удар, каждый период, считая и сокращение и отдых, занимает около $^4/_5$ и даже $^9/_{10}$ секунды, причем на отдых приходится немного меньше половины всего периода. Кроме этого отдыха, другого у сердца нет. Такая смена работы и отдыха очень существенна. Период сокращения, период сжимания сердца мы не можем изменять существенно, потому что известное количество крови должно быть выброшено, и продолжительность упомянутой части периода не может варьировать без большой опасности для организма. С паузой же можно обходиться вольнее — она может колебаться и, понятно, не только под нашими руками, когда мы раздражаем нервы, но постоянно и в жизни. Так вот, следующий по порядку вопрос заключается в том: каким образом совершаются ритмические движения сердца в норме, т. е. когда моменты систолы и диастолы чередуются совершенно правильно? Было чрезвычайно важно для физиолога иметь перед собой совершенно изолированный объект с тем, чтобы к нему можно было подойти с разных сторон. Оказалось, что сердце можно действительно изолировать от остального тела.

Сейчас мы проделаем опыт, о котором я говорил. Вот здесь обнаженные вены, в них вставлены катетеры с шариками, какие я вчера вам показывал. Один из таких шариков подвергается давлению в правом желудочке, другой — в предсердии. Здесь главное дело в том, чтобы показать процедуру этого опыта, а не в том, чтобы получить хорошие кривые, так как запись наша очень несовершенна. Верхняя черта — запись работы желудочка, хотя и очень уменьшена, но все-таки воспроизводит нужную картину, вы видите и волну сокращения и покой. Ну, а нижняя — совсем неверная. Самую методику вы здесь видели, и уж поверьте на слово, что при точной постановке опыта получилась бы именно такая картина, как на показанной вам таблице.

Сейчас вы увидите применение того метода, о котором я упомянул и который играет очень большую роль в физиологии. Этот метод чем дальше, тем больше будет развиваться. Ведь в организме имеется система органов, все эти органы

между собой связаны и влияют друг на друга, создают различные условия, помимо желания наблюдателя, и разобраться во всем правильно очень трудно. Поэтому, если вы хотите анализировать деятельность какого-либо органа, то очень удобно, конечно, выделить, совершенно изолировать данный орган, но так, чтобы его деятельность не прекратилась. Тогда вы являетесь полным хозяином условий, можете рассмотреть эту деятельность со всех сторон, узнать, чем она обусловливается, как изменяется и так далее. Понятно, что когда орган находится в системе других органов, то трудно выводить заключение о его самостоятельной деятельности; на выделенном же препарате вы можете отлично разглядеть все. Это и есть метод изолированного наблюдения, и вы увидите его сейчас на сердце. Что касается сердца холоднокровных животных, то там задача давно уже была решена и оказалась очень простой. Там вы просто вскрываете грудную полость, вынимаете сердце, перерезая все сосуды, кладете его на стол, и оно бьется, хотя эта деятельность совершается не в обычной обстановке. А если вы подготовите обстановку, создадите условия, более или менее похожие на те, в каких сердце работало при жизни, то оно продолжит свою деятельность и будет работать, как работало в организме. Иначе обстоит дело с сердцем теплокровных. Сердце холоднокровных животных допускало грубое обращение с собой, а сердце теплокровных этого не допускает. Оно сейчас же перестанет работать, потому что может работать только при определенных условиях, так как оно гораздо нежнее, чем сердце холоднокровных, которое способно одинаково работать даже при различных температурах. Все же оказалось, что и сердце теплокровных можно заставить биться в изолированном виде, но только для этого нужны совершенно особые условия. Нашим соотечественником профессором А. А. Кулябко оказана за последнее время большая услуга физиологии. Благодаря его опытам теперь можно не только поддерживать работу только что вырезанного сердца, но и заставлять биться сердца, вырезанные несколько дней назад. Для этого нужно только пропустить сквозь него определенную жидкость, и оно снова начнет биться. Мало того, Кулябко удалось даже оживить сердце, взятое от трупа. Вы посмотрите, до какой степени огромны результаты физиологии, если даже можно оживлять такой важный орган, как сердце!

Так вот, здесь при моем изложении я сталкиваюсь с вопросом о питании сердца. Указанные выше результаты достигаются соответственным питанием сердца; соответственное питание представляет тут сущность вещей. Вы знаете, что у му-

скулатуры сердца имеются особые сосуды, питающие ее, — венечные артерии, которые ветвятся, как бы перепутываются, затем собираются в вены, открывающиеся в правое предсердие. Там имеются также так называемые vasa Thebesii, сосуды, которые начинаются отверстиями прямо на внутренней поверхности стенки сердца и затем примыкают или к капиллярам, или к венам венечной системы. Уже то, что для питания сердца имеются специальные сосуды, показывает, до какой степени питание является важным пунктом. Что же касается внутренней связи питания с работой сердца, то это еще очень мало выяснено. Когда происходит закупорка венечных артерий, то очень быстро наступает расстройство сердечной деятельности. Вместо правильных ритмических сокращений начинаются какие-то волнообразные движения, которые скоро приводят к прекращению деятельности сердца. У вас потом, когда будете уже врачами, часто возникнут вопросы о дефектах венечного кровообращения, вы часто будете задумываться над тем, что здесь происходит.

Что же должен делать физиолог, если он желает, чтобы сердечная деятельность продолжалась и после того, как сердце вырезали? Имеются две жидкости, два раствора, с помощью которых этого можно достигнуть. Раствор солей натрия, калия, кальция и соды, так называемый рингеровский раствор, оказался совершенно достаточным для того, чтобы поддержать деятельность сердца холоднокровных, но не годился для сердца теплокровных. Тогда Локк подбавил кислорода и один углевод — именно декстрозу. В такой рингеровской жидкости, измененной Локком, может подолгу поддерживаться и работа сердца теплокровных животных. Понятно, что эти жидкости нельзя считать вполне совершенными и вполне сходными с кровяной жидкостью.

Пойдем дальше. Изучая орган, мы должны рассматривать две части: остов органа и затем материалы, поддерживающие его дееспособность. В паровой машине, например, различают самый остов и горючие материалы, поддерживающие работу машины. Нечто совершенно подобное вы должны представлять себе и тут. Здесь, очевидно, речь идет не только о том, чтобы сохранить жизнь остову — стенкам сердца, а и о том, чтобы создать условия для превращения потенциальной энергии питательных веществ, доставляемых сердцу, в работу. Для этого здесь и служат декстроза, кислород и растворы солей, причем эти жидкости играют не только питательную роль, но еще и вымывают продукты химической деятельности клеток. Как в печах нужно выгребать золу, так и здесь жидкость

не только доставляет материал, но и уносит с собой различные вредные отбросы.

Вы сейчас увидите вырезанное сердце кошки, которое на ваших глазах будет биться и работу которого можно будет изучать. Вы увидите, что при помощи этой локковской жидкости сердце будет отлично биться. Эта бомба наполнена кислородом, который постепенно будет прибавляться к жидкости. Сердце и теперь уже бьется немного. Часть кислорода растворяется, конечно, в этой жидкости, а потом жидкость нагревается до нужной температуры. Вот здесь вырезанное у кошки сердце с аортой. В аорту вставлена трубка и в нее наливается жидкость. Понятно, куда эта жидкость входит: она захлопывает аортальные клапаны и попадает в отверстия венечных артерий. Таким образом питающая жидкость проходит по всем стенкам сердца. В правый желудочек вставлен маленький баллончик, который соединен с мареевским барабанчиком. Запишем теперь работу изолированного сердца на закопченной бумаге. Вы видите, как здесь удобно; мы удивительно упростили работу исследования благодаря тому, что совершенно изолировали сердце от всего организма и от различных влияний с его стороны. И это произошло не так давно; не так давно еще я мог поддержать работу сердца собаки только на 1½—2 минуты, теперь же можно наблюдать деятельность изолированного сердца гораздо большее время. И, как вы видите, обстановка для исследования в высшей степени удобная. Если сердце было вырезано со всеми предосторожностями и если опыт был поставлен безукоризненно, то сердце будет биться совершенно регулярно в течение нескольких часов.

Когда мы будем говорить об иннервации, то я вам укажу очень интересные вещи. Общий план сокращения сердца вы знаете: сначала сокращаются предсердия, потом желудочки. Очень часто бывают отклонения от такой нормальной деятельности. И вот, когда происходит нарушение нормального хода вещей, то чувствительнее всего в отношении порчи оказывается левый желудочек, затем правый. Вот почему и здесь предсердия бьются сильнее, чем желудочки. Вы видите, что порядок, в каком эти отделы выбывают из строя, связан со сложностью их задач. Левый желудочек имеет самую большую работу; правый меньше; работа же предсердий совсем маленькая. Поэтому-то и портится левый желудочек, как более сложный по устройству, быстрее других. Как видите, левый желудочек совершенно не двигается, правый — слабо сокращается, зато совсем хорошо работают оба предсердия.

Как вы знаете, эта трубка введена в аорту; жидкость, падая вниз, захлопывает клапаны и попасть непосредственно в левый желудочек не может. Жидкость Локка проходит в венечные, коронарные артерии через отверстия, которые находятся в стенке аорты. Если жидкость пропускать не по коронарным сосудам, а непосредственно через полости сердца, то тогда питание его окажется недостаточным. У лягушки нет специальных венечных артерий, но ее сердце бьется и в том случае, если жидкость пропускать непосредственно через сердце. Трудно еще сказать, почему сердце в конце концов перестает работать. Теперь изолированное сердце может работать довольно продолжительное время, необходимо только производить промывание, т. е. убирать продукты разложения и подводить горючий материал.

Вы познакомились с чрезвычайно важным фактом, а именно, что сердце само в себе включает условия для нормальной ритмической деятельности. Теперь мы должны изучить свойства тех тканей, которые входят в состав этого органа. Из тканей нас будут интересовать прежде всего мышечная и нервная, так как здесь имеются мышцы, а работа их управляется нервами. Посмотрим, что мы знаем о их деятельности. Работа этих мышц резко отличается от работы мышц скелетных. Вот, например, я сократил свой biceps, заставил его работать, потом ослабил, и он отдыхает, а работа сердца идет все время, ни на минуту не переставая. Далее, если вы раздражаете скелетную мышцу, то замечаете, что существует довольно точное соотношение между силой раздражителя и интенсивностью сокращения. Возьмите сильный раздражитель — мышца сильно сократится, возьмите раздражитель послабее — и мышца сократится слабее. Если вы посылаете в мышцу очень частые раздражения, то у вас получается так называемый столбняк — мышца будет находиться в постоянно сокращенном состоянии. Ничего этого нет на сердечных мышцах. Здесь мышцы работают иначе. Как выразился несколько картинно один автор: «сердце дает или все, или ничего». Если вы начинаете раздражать сердечную мышцу слабым электрическим током, постепенно увеличивая его, то вы сначала сокращения вовсе не получите, а когда, наконец, получите, то сразу максимальное. На скелетных же мышцах при постепенном усилении раздражителя увеличивается и сокращение.

Это одно различие, другое состоит в том, что, сколько бы вы ни посылали в сердечную мышцу раздражения, она никогда не придет в состояние столбняка. Здесь нельзя привести мышцу в такое сокращенное состояние, чтобы она осталась надолго

сокращенной: за каждым сокращением сейчас же следует расслабление. Почему же это так? Дело здесь основывается на том, что сердечный мускул, когда мы вызовем его сокращение, делается нечувствительным к раздражению. Он не возбудим некоторое время после начала сокращения вплоть до достижения максимума сокращения и только спустя несколько времени после достижения этого максимума он начинает реагировать на раздражение. Вот, значит, какая интересная вещь. На этом и основано то, что сердечные мышцы не могут впасть в столбняк. Как вы видите, эти мышцы в известный момент своей деятельности не чувствительны к раздражению. Очевидно, что здесь с этим связано и то, что если с мышцей соединен постоянный раздражитель, то он не вызовет постоянного сокращения, а вызовет ритмическую деятельность. Вы видите, значит, что сердечные мышцы сильно отличаются от мышц скелетных. Нужно сказать, однако, что эти свойства не есть, так сказать, фундаментальные свойства сердечных мускулов; они определяются специальными условиями, и если сердце поставить в некоторые особенные условия, то его мышца приобретает свойства обыкновенных скелетных мышц.



Лекция пятая

СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ. — ПРОИСХОЖДЕНИЕ СЕРДЕЧНОГО УДАРА. — НЕВРОГЕННАЯ И МИОГЕННАЯ ТЕОРИИ

В прошлый раз я начал говорить вам об особых свойствах сердечных мышц, существенно отличающих их от мышц поперечнополосатых. Это отличие очень важное и резко бросающееся в глаза. Повторю это. При раздражении поперечнополосатой мышцы электрическим током отчетливо выступает зависимость сократительного эффекта от силы раздражающего агента. Если вы раздражаете поперечнополосатую мышцу, постепенно усиливая ток, то порядок картины такой: сначала идут слабые токи, которые не действуют на мышцу, и она остается в покое, затем получается первый, едва заметный след сокращения; дальше это сокращение все усиливается, и, наконец, при известной силе тока вы достигаете максимального размера сократительной способности мышцы. В этих границах — от начального до максимального сокращения — имеется точная зависимость между силой раздражения и величиной сокращения. У сердечной же мышцы этого восхождения силы сокращения в зависимости от различных раздражений не замечается.

Другая резкая отличительная черта заключается в том, что сердечный мускул во время его сокращения и некоторое время после сокращения является нечувствительным к раздражениям, на него падающим. И это продолжается до тех пор, пока пройдет определенная пауза, после которой он опять начинает реагировать на раздражения. Мы здесь наблюдаем рефракторное состояние, состояние временной невозбудимости. Эта черта, присущая только сердечной мышце, очень интересна.

Очевидно, на этих двух свойствах сердечной мышцы и специально на втором основаны две особенности, которые очень

важны для сердца и отличают его работу от работы поперечнополосатых мышц. Именно сердечную мышцу нельзя привести в состояние столбняка, или, выражаясь физиологическим языком, в ней нельзя вызвать тетануса. Нельзя заставить сердце пробыть в сокращенном виде сколько угодно времени. Между тем с поперечнополосатыми мышцами это сделать очень легко. Я, например, сокращаю свой biceps и оставляю его в таком состоянии сколько хочу. Если поперечнополосатую мышцу раздражать прерывистым током, то в ней можно произвести тетанус. А если таким же током подействовать на сердечную мышцу, то она продолжает свое обычное сокращение, после чего наступает характерная пауза. Эти явления, конечно, связаны с теми качествами сердечного мускула, о которых я говорил. Если мускул во время сокращения невозбудим, невосприимчив к раздражению, то понятно, что он не может оказаться в состоянии столбняка от прерывистого тока. Он, несмотря на имеющиеся раздражения, как бы не почувствует их и будет реагировать только на первый из следующих членов раздражения, который придется на то время, когда мускул будет иметь снова возможность сокращаться.

Тогда становится понятным и тот факт, что вы можете постоянным раздражителем вызвать ритмическую деятельность сердца. Вы можете действовать на сердце индукционным током или поставить внутренность сердца под известное давление и т. д., и во всех случаях вы получите ритмическую сокращаемость. И это, я говорю, понятно, так как наш постоянный раздражитель только сначала будет раздражать сердце, а в следующий момент, когда сердце сократится и станет нечувствительным, раздражение потеряет свою силу.

Таким образом для осуществления ритмической деятельности сердца даны условия, находящиеся в самом же сердце, в его свойствах. Мы и должны теперь перейти к этим условиям. Чем же именно обусловливается такая работа сердца? Ответ на этот вопрос чрезвычайно труден. Он занимает умы физиологов уже несколько десятков лет. За последние 20 лет этот вопрос особенно обострился и разделил физиологов на два враждебных лагеря. Но и до сих пор, несмотря на массу исследовательских работ по этому вопросу, дело окончательно не разъяснилось. Точного ответа еще нет.

Вы видели, что если вырезать сердце теплокровного животного, то можно достигнуть того, что оно будет биться и вне тела. С сердцем лягушки дело обстоит еще проще. Его можно, вырезав, прямо положить на стол, и оно будет биться до тех пор, пока не подсохнет. Ясно, следовательно, что условия

ритмической деятельности даны в самом сердце. Так вот и возникает вопрос: что же является причиной этой деятельности в вырезанном сердце? Прежде всего, какая ткань имеет отношение к ритмической деятельности? Мы можем здесь иметь два предположения: или это нервная ткань, или непосредственно сам мускул. И здесь вот возник вопрос: какая причина работы сердца — неврогенная или миогенная? Элементы нервные или же мышечные играют здесь первенствующую роль? Надо сказать, что анатомические основания имеются как для того, так и для другого предположения. Все сердце пронизано нервными волокнами, и, кроме того, в нем есть много нервных клеток, которые собственно и играют активную роль в нервной системе. Скопления нервных клеток имеются при переходе вен в предсердия, в их концах, в перегородках предсердий и отчасти снаружи их, при отходе аорты и легочной артерии, в перегородках между желудочками и даже в самых желудочках. Эти клетки, нервные узелки, раньше считались очень важными, а теперь их значение с физиологической стороны обесценилось.

Итак, что же такое сердечный удар? Какая первая причина механизма сокращающегося сердца? В прежнее время, когда те факты, о которых я вам говорил вначале, не были известны, физиологи имели основание предполагать, что способность сердца ритмически сокращаться зависит от нервной системы. Считали, что одна уже ритмическая деятельность достаточно говорит за то, что здесь налицо действие нервов. Но после того как узнали, что сердечный мускул обладает способностью отвечать ритмическими сокращениями на всякое постоянное раздражение, этот довод отпал. Конечно, доводов имеется много как за неврогенную теорию, так и за миогенную. Но окончательного решения вопроса они не дают. Каждая последующая работа опровергает предыдущую и поворачивает решение в свою сторону. Думаю, что для вас не будет ничего поучительного, если я стану излагать весь ход борьбы между сторонниками двух названных теорий. Каждый стоит за то, что он считает правильным, а где правда — я не знаю, не знает этого и ни один из физиологов. Я с удовольствием передаю, как шло постепенное решение вопроса там, где все препятствия побеждены. Говорить об этом интересно и полезно, потому что вы наглядно видите, как разрешалась проблема и с каким трудом она давалась физиологам. Здесь же дело обстоит совсем иначе. Но чтобы у вас остался хотя маленький след от всех моих разговоров, я приведу несколько фактов, относящихся к той и другой концепциям. Вам это пригодится.

Вы, встретившись в старых учебниках с некоторыми именами и терминами, будете знать, что к чему относится.

Сначала я покажу вам опыт. Мы будем действовать постоянным током на неповрежденную верхушку сердца лягушки, отжатую от остального сердца пинцетом и находящуюся в покое. Видите, мускул отвечает ритмическими сокращениями. Опыт очень простой.

Одни из первых фактов, которые показали, что в самом сердце имеется сложный нервный прибор, получены Станниусом. Его опыт заключается в следующем. Если вы возьмете сердце лягушки (у лягушки две вены перед впадением в правое предсердие сливаются и образуют sinus venosus, у нее имеются два предсердия и только один желудочек) и наложите лигатуру на sinus venosus как раз между ним и предсердиями, то все то, что будет ниже лигатуры, остановится. Не будут работать предсердия и желудочек; будет биться лишь sinus venosus, т. е. концы вен, которые у нормальной лягушки бьются вместе с сердцем. Такой опыт получил название первой лигатуры, или перевязки Станниуса. Это один факт. Он, повидимому, говорит в пользу неврогенной теории. Затем следующий факт этого же автора. Если вы, сохранив первую лигатуру, наложите другую между предсердиями и желудочком, то желудочек начнет биться, а предсердия будут оставаться в спокойном состоянии. Что значат эти факты — никто и до сих пор не знает. Конечно, это показывает, что в сердце имеются очень сложные аппараты, но какие — пока не известно. Одна лигатура остановила деятельность сердца, а другая снова вызвала, и притом в одном только отделе, — желудочек начал биться, а предсердия остались в покое. Очевидно, лигатура могла действовать двояко: или раздражая механически, или же тем, что она что-то от чего-то отделила, потому что если лигатура затянута вплотную, то она все под собой разрушает, разминает. В прежнее время и объясняли, что то-то произошло от раздражения, то-то от разрушения; от чего все произошло на самом деле — мы, как я сказал, и до сих пор не знаем.

Вот вам простой пример, как постоянно колеблется положение дела. Лет десять тому назад было известно, что в нижней половине желудочкового конуса сердца лягушки нервных клеток нет. Нет тех нервных элементов, которые могут самостоятельно поддерживать деятельность, так как волокна этого сделать не могут. И вот был сделан такой опыт. Тонкими ножками пинцета отделяли нижнюю половинку желудочка так, что мускульная ткань раздавливалась, а тонкие серозные обо-

лочки оставались целы. Следовательно, мешок желудочка оставался, а мускульная и нервная связь между верхней и нижней половиной прерывалась. Тогда замечали, что отделенная верхушка желудочка сейчас же после операции обрекалась на покой и была без малейшего движения, все же, лежащее над ней, билось, как раньше, т. е. и предсердия и верхняя часть желудочка. Этот факт в свое время произвел сильное впечатление, и физиологи были склонны думать, что правда не на стороне миогенистов.

Здесь перед вами лягушка, на сердце которой отжата верхушка желудочка. Вы отчетливо видите, что нижняя часть желудочка все время красная и не участвует в сердечном ритме. Правда, заметны небольшие движения под влиянием верхней части желудочка, которая ее то растягивает, то стягивает. Сама же эта отжатая верхушка не двигается, она пассивно наполняется кровью, но эту кровь не выталкивает. В противоположность верхним частям сердца, она никогда не делается белой, а все время остается красной, т. е. наполненной кровью. Но если я приложу к ней постоянный ток, то вы увидите, что верхушка начнет ритмически сокращаться. Прикладываю — сокращается. При этом видно, как она белеет во время систолы. Итак, постоянный ток вызывает ритмическое биение отдавленной верхушки, которая раньше находилась все время в покое.

Вы видели, таким образом, два факта. Один факт, который я показывал раньше, тот, что если на сердечный мускул действовать постоянным раздражителем, то он отвечает ритмической деятельностью. Другой же, полученный нами сейчас, состоит в том, что верхушка желудочка, разъединенная мускульно и нервно от остального сердца, теряет способность сокращаться.

Я возвращаюсь к тому, о чем говорил раньше. Казалось бы, такие факты решают важный вопрос относительно того, какого происхождения сердечные удары — нервного или мышечного. Вы имеете верхушку сердца, где, как думали, нет нервных клеток, и она, будучи изолирована от остального сердца, остается в покое. И представьте себе — этот опыт был быстро обесценен очень маленькой прибавкой к нему. Стоило только в данном случае зажать аорту, как деятельность верхушки начиналась снова. Первый автор будто бы повернул дело в неврогенную сторону. А другой наложил пинцетик на аорту, верхушка опять забилась, и картина совершенно изменилась. Посмотрим, какие объяснения давались в том и другом случае. Объяснения не хитро давать, они всегда поспевают за

фактами. Так вот, объяснение первого опыта было такое: так как верхушка отъединена нервно от остального сердца, то поэтому в ней нет и ударов. Автор же другого опыта объяснил все также очень просто: так как часть сердца была удалена от обычного давления, то в ней не было надлежащего напора, не было механического раздражения и потому-то эта часть и была без движения. Если же увеличивают напор крови путем закрытия аорты, тогда давление усиливается и нижняя часть желудочка начинает биться.

Продолжим наш опыт. Лягушка с отдавленной верхушкой желудочка. Работает только верхняя часть сердца, нижняя не бьется. Наложим пинцет на аорту, повысим давление крови в верхушке, и она забьется. Вот, видите. Как только я наложил пинцет на аорту и верхушка стала больше механически раздражаться, она снова начала сокращаться. Все доказательство в пользу неврогенной теории упало.

Вы видели факт. И таких фактов можно привести массу. Одни, повидимому, говорят за то, что удар сердца зависит от нервов, а другие показывают, что эти удары происходят без участия нервов. В этом отношении были поставлены очень тонкие опыты. Один физиолог брал сердце теплокровного животного и вырезывал отдельные кусочки желудочка, сохраняя приводящую артерию. Через оставшуюся артерию он вводил локковский раствор. И вот такие кусочки сердца бились, в то время как под микроскопом нельзя было найти в них никаких нервов. Это яркий факт в пользу миогенной теории.

Одно время, года три тому назад, почти все физиологи склонялись на сторону миогенной теории, и только отдельные продолжали утверждать, что движения сердца нервного происхождения. Миогенисты представляли себе дело так. Нервные клетки, по их мнению, заведуют, например, питанием сердца, сердечный же удар управляется и разыгрывается мускульной тканью, причем в мускульной ткани они определяли пункты различной важности. Они пришли к заключению, что наиболее существенная часть, которая принимает на себя влияние раздражений, особенно химических, находится в концах вен, в sinus venosus у лягушки и в верхней части предсердия у теплокровных животных. Эта самая существенная часть и является, собственно, причиной удара. Раздражается она главным образом химическими раздражителями, которые состоят из каких-нибудь веществ, являющихся продуктами процесса разложения в общем ряде обмена веществ. Воспринятые этими особо чувствительными частями сердца раздражения распространяются потом по мускулу до верхушки. При этом

для распространения раздражения имеет огромное значение известный уже вам гисовский пучок, мускульно соединяющий предсердия и желудочек. В первое время, когда гисовский пучок еще не был открыт, сторонники неврогенной теории опирались между прочим и на то, что нет мускульной связи между предсердиями и желудочками, и, следовательно, без участия нервов раздражения не могут передаваться всему сердцу, а ритмическая деятельность — протекать стройно и согласованно. Но потом миогенисты нашли мускульный пучок и этот довод был устранен.

Итак, миогенисты представляли себе, что химический раздражитель адресуется непосредственно к мускулу, который неодинаково чувствителен в различных местах, причем самое чувствительное место находится при впадении вен, откуда раздражение в силу анатомической связи достигает и верхушки.



Лекция шестая

ИННЕРВАЦИЯ СЕРДЦА.—ДЕЙСТВИЕ БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА.—УСКОРЯЮЩИЕ НЕРВЫ

На прошлой лекции я вам говорил, что в этом длинном и чрезвычайно горячем споре между физиологами несколько лет тому назад весы стали склоняться, повидимому, на сторону миогенной теории. Были очень важные факты, подтверждающие ее правильность. Я говорил вам, что одному физиологу удалось вырезать маленький кусочек мускулатуры с приводящей артерией и, пропуская локковскую жидкость, получить сокращение этого кусочка, хотя даже под микроскопом нельзя было заметить в нем нервных клеток. Затем было устранено одно очень важное возражение — это передача раздражений от предсердий к желудочкам. Оказалось, что это возможно мускульно, так как имеется соединительный пучок — гисовский мускул. Затем было сделано вот что. Желудочек сердца лягушки разрезали зигзагообразно. Делали такой же разрез, как и при отделении верхушки, но не доводили его до конца. Затем выше этого разреза, но с противоположной стороны начинали второй разрез и также не доводили до конца. Так делали несколько раз. Получался зигзаг. Несмотря на это, сокращение верхушки желудочков продолжалось. Сторонники миогенной теории утверждали, что не может нерв иметь такого сложного хода, что не может нерв располагаться таким зигзагом. Такие опыты убеждали как будто в том, что сердце управляется мускульной тканью, без посредства нервов. Однако несколько лет тому назад были выявлены другие факты, повернувшие этот вопрос в другую сторону. А именно: один ученый нашел такое животное — Limulus — из класса ракообразных, у которого нервная система, заведующая сокращением сердца, лежала вне сердца. Оказалось, что достаточно отрезать эти

ганглии, эти нервные узлы — и сердце перестает работать. Это одно, а другой факт побочным образом заставлял думать о существовании нервного возбуждения — это опыты над мускулатурой кишечника. Если вырезать кусок стенки кишки, оторвать одни мышечные волокна от других, поперечные от продольных, то ауэрбаховские сплетения остаются на продольных мышцах, которые сокращаются, продолжают двигаться, циркулярные же мышцы совершенно прекращают свою деятельность. Очень возможно, что нечто подобное существует и в мускулатуре сердца. Возможно и то, что если бы в сердце человека, собаки и т. д. можно было совершенно вырезать все нервные центры, совершенно отделить от них сердце (что легко сделать у того животного, о котором я говорил, потому что там нервные узлы, заведующие сокращением сердца, лежат вне его), если бы это можно было сделать на сердце собаки, например, то очень может быть, что сердце перестало бы работать. Эти факты опять вызвали перемену в мнениях. Сторонники миогенной теории пытались умалить значение таких фактов, говоря, что для кишечника это так, для рачьего сердца это так, а для сердца других животных иначе. Вообще вопрос этот еще очень неясен, потому я и не вхожу в бо́льшие подробности. Конечно, вопрос имеет большое теоретическое значение, но как врачей он вас будет мало интересовать.

Для того чтобы рассеять в вас неприятное впечатление, что вот, мол, сколько времени не могут разрешить этого вопроса, я перехожу к другому вопросу, на котором вполне обнаруживается торжество, сила физиологии. Пусть остается невыясненным, почему бьется вырезанное сердце, но зато мы хорошо знаем, что деятельность сердца находится под постоянным и чрезвычайно точным контролем со стороны нервной системы; если не известно еще влияние нервов внутри самого сердца, зато имеется отлично разработанная глава физиологии о нервном контроле сердца. До начала сороковых годов ничего о влиянии на сердце нервов не было известно, хотя старания в этом направлении были большие. Физиологи знали даже, какие нервы идут к сердцу, видели и веточки вагуса, но о деятельности их ничего не знали. N. vagus — блуждающий, бродячий нерв; он называется бродячим потому, что он обладает очень большой сферой влияния, как бы бродит по всем органам. Ветвь его отходит и к сердцу. Хотя анатомические отношения были давно выяснены, но их нужно было подкрепить физиологическими фактами, а это очень и очень долго не удавалось. Констатировать такой простой и самый элементарный факт удалось Веберу, собственно братьям Вебер. Этими

братьями Вебер было показано, что сердечные ветки вагуса действуют не так, как привыкли думать до этого. Раздражение вагуса замедляет удары сердца, а при сильных раздражениях и вовсе останавливает их. Во-первых, этот нерв действует на такой важный орган, как сердце; во-вторых, он действует, не ускоряя, не увеличивая деятельность органа, как это предполагали раньше, а замедляя.

В открытии указанного факта интересна следующая черта ума человеческого: до какой степени трудно увидеть какой-нибудь факт, если у вас нет мысли о нем. Упомянутый факт в высшей степени простой, но его долго не замечали, хотя опыт этот не может не удаваться. Физиологи действовали так же, как будем действовать и мы теперь. Они много раз наблюдали этот факт, а все-таки до братьев Вебер ничего не видели, потому что не было идеи этого факта. Тогда физиологи (они же и анатомы) знали два рода нервов: нервы чувствительные и нервы двигательные; последние производят движение, усиливают деятельность. Раз знали только два рода нервов, то и думали, что никаких других и нет. Считали, что и в сердце должны быть такие же нервы, но сколько ни раздражали — не могли усилить движения сердца или привести сердце в сокращенное состояние. А вследствие того, что у них в голове не было мысли о возможности замедляющего влияния нервов, то никто и не замечал совершенно простого факта, никто до братьев Вебер не видел того, что деятельность сердца при раздражении нерва замедляется. Все при исследовании зависит от того, какая идея у вас в голове. Если вы уверены в том, что сердце должно усиливать свою деятельность под влиянием раздражения, то вы уже не заметите обратного факта. Наконец, я говорю, это недоразумение было рассеяно братьями Вебер, которые выяснили, что деятельность сердца ослабляется раздражением вагуса.

Когда факт сделался несомненным, среди физиологов нашелся один человек (Шифф), который, не захотев отступить от старого, решил, что все-таки это двигательный нерв. Он не захотел согласиться с очевидным фактом и дал ему особое объяснение. Понятное дело, если захотеть, так все можно объяснить по-своему. Что же он говорил? Он решил, что у такого чрезвычайно важного органа, как сердце, и мускул и нервная система должны быть высшей «деликатности», очень тонкой обработки. И он решил, что сердечные ветки вагуса настолько нежны, что при раздражении они парализуются и сердце останавливается. Он, значит, свел все дело к тому, что эта остановка сердца есть результат грубого обращения

физиологов с нервом. Он говорил, что нерв сам по себе двигательный, но от раздражения он парализуется, перестает влиять на сердце и оно останавливается. Вы видите, что это довольно натянутое объяснение, но как-никак надо было придавать значение каждому мнению, ведь бывает, что один человек оказывается правым против всех. Здесь-то не было большого труда убедиться в ошибке Шиффа. Однако идея Шиффа, что вагус есть все-таки двигательный нерв, идея, восстановившая против него всех физиологов, пленила ум одного молодого физиолога, который под влиянием Шиффа увидел даже то, чего не было на самом деле. Ведь вариация этой идеи могла быть такая, что вы должны иметь при раздражении этого нерва как нерва двигательного какой-нибудь сократительный процесс. Так вот он и увидел, что сердце останавливается в сокращенном состоянии, и это подтвердило ему, что вагус — двигательный нерв. Он верил в то, что раздражение двигательное и благодаря этому увидел прямо противоположное тому, что есть на самом деле. Он увидел, что сердце останавливается в состоянии систолы, тогда как оно всегда останавливается в расслабленном, диастолическом состоянии. Были произведены исследования, которые показали, что ветви вагуса при раздражении их останавливают деятельность сердца именно в состоянии диастолы.

Понятное дело, на изучение этой области сейчас же устремилось много исследователей, и была открыта масса подробностей. Скоро в согласии с тем фактом, что вагус есть нерв, замедляющий деятельность сердца, было найдено, что если у животного перерезать оба блуждающих нерва, то сердце начинает ускоренно биться. Ясно, что раз n. vagus — задерживающий нерв, то, как только вы его уберете, сердце будет биться чаще. Раздражением нерва вы усиливаете его тормозящее влияние, если же вы перережете его или уничтожите его влияние посредством атропина, то сердце, предоставленное само себе, лишенное тормоза, начинает биться чаще. Затем постарались изучить деятельность сердца под влиянием раздражений блуждающего нерва графическим способом. При этом увидели, что главное, постоянное действие блуждающего нерва заключается в том, что он сильно удлиняет паузу, не влияя на период самого сокращения. Не имея влияния на систолу, раздражение блуждающего нерва сильно увеличивает расстояние между двумя систолами. Так что, если была короткая пауза, то после раздражения она станет длиннее. Сила и продолжительность самой систолы остались без изменения, увеличились только паузы между систолами.

Таким образом был открыт чрезвычайно важный регулятор сердечной деятельности — нерв, раздражение которого производит замедление и остановку сердца. Вы можете, конечно, произвести всевозможные замедления, довести число ударов ну хотя бы до пяти в минуту, можете остановить совсем сердце и опять-таки на сколько угодно времени. Вы видите, какое огромное влияние центральной нервной системы над сердцем.

Правильная деятельность блуждающего нерва была установлена братьями Вебер в начале сороковых годов, и после того, в продолжение 10—15 лет, предмет этот подробно изучался, а в начале шестидесятых годов начинают появляться исследования, которые показывают, что, кроме n. vagus, обусловливающего замедление работы сердца, есть нерв антагонистический, с противоположной функцией, нерв ускоряющий. Эти опыты вышли сначала в виде намеков от одного немца, а потом их расширили у нас в России братья Цион. Они установили совершенно точными опытами наличность второго сердечного нерва, который не замедляет, а ускоряет деятельность сердца. Надо сказать, что история открытия ускоряющего нерва чрезвычайно интересна и особенно интересен один факт, относящийся тоже к свойству ума человеческого. Когда это открытие уже было сделано, имелись уже большие доказательства, ученый Гольц, о котором я вам уже говорил, придумавший клапаны для измерения истинного систолического и диастолического давления, этот ученый тоже совершил ошибку. Когда братья Цион установили существование нового нерва, Гольц страшно обрушился на них и, между прочим, сказал: глупо думать, что они открыли ускоряющий нерв; зачем сердцу такой нерв? Это значит уподобиться такому возчику, который повез бы телегу на лошадях, запряженных в разные стороны. Для чего, мол, нужен еще какой-то ускоряющий нерв, когда уже есть нерв замедляющий, который один отлично регулирует деятельность сердца. Но хотя он так определенно решил, хотя он имел смелость назвать это глупостью, все-таки окончательным судьей бывает факт, и это — яркий пример. Гольцу казалось, что этого быть не может, а между тем оказалось так, как установили братья Цион. Ими ясно было доказано существование ускоряющего нерва, который действовал прямо противоположно блуждающему нерву. N. vagus удлинял паузу — этот нерв укорачивал ее. Если нарисовать это в виде схемы, то получится уменьшение промежутка между систолами.

В отношении ускоряющего нерва было еще вот какое затруднение. Оно заключалось не только в том, что о его существо-

вании не возникала и мысль, трудность заключалась еще в том, что ход нерва очень сложный; волокна его проходят глубоко, и требовалось большое умение, чтобы добраться до них. Я вам сейчас покажу ход этих волокон. Я нарисую это, конечно, схематически, лишь для того, чтобы была видна самая суть. Вот здесь у вас продолговатый мозг. Тут, значит, нервы, берущие начало, будем считать, от продолговатого мозга. Затем эти нервы спускаются по спинному мозгу и затем по rami communicantes идут в симпатический нерв. Ну вот, это — симпатический нерв. Значит, эти нервы идут по спинному мозгу вниз, затем несколькими ветвями входят в симпатический нерв. По симпатическому нерву эти волокна поднимаются вверх до ganglion stellatum, потом двумя ножками, так называемыми ansa Wieussenii, идут в нижнешейный узел, откуда же отходят ветви, направляющиеся в сердце. Перед вами схема иннервации сердца (рис. 15). Вот тут проходит вагус; его ветви смешаны здесь с ветвями ускоряющего нерва.

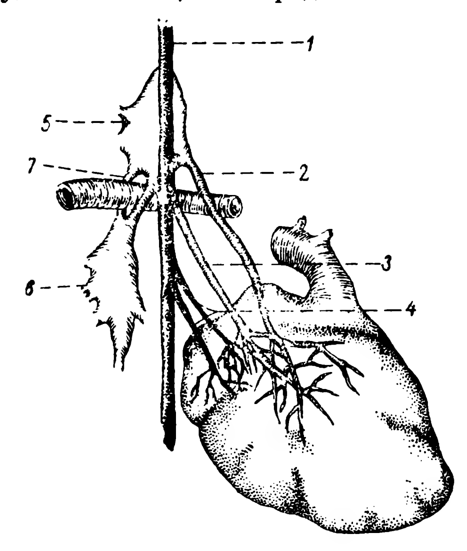


Рис. 15.

1 — n. vagus; *2* — ветвь усиливающего нерва; *3* — ветвь ускоряющего нерва; *4* — ветвь тормозящего нерва; *5* — нижнешейный узел; *6* — ganglion stellatum; *7* — ansa Wieussenii.

Переходим к опыту. Вы имеете перед собой обнаженное и бьющееся сердце собаки. Перикардиальная сумка разрезана, и перед вами обнаженное сердце. Вот n. vagus. Это такой легко достижимый нерв, что его можно достать в несколько секунд и почти с завязанными глазами. Я чувствую пальцем на шее артерию, а он рядом с ней. Вот артерия, а вот большой белый шнурок — n. vagus. Вы видите — достать его до последней степени просто. Сейчас сердце бьется. Я достал n. vagus, приложил ток — сердце остановилось. И этого простого факта долгое время физиологи не видели. Беру теперь слабый ток, — током такой силы я вызвал только замедление сердечной деятельности, сердце бьется реже. Действие прямо зависит

от силы раздражения нерва. Беру опять ток посильнее — раздражение сильнее, сердце останавливается. Мне этот опыт доставляет огромное удовлетворение после той путаницы, которая долго существовала в вопросе о движении вырезанного сердца. Опыт вам ясно показывает деятельность вагуса. Я нарочно прерываю на время опыт, чтобы дать сердцу возможность приспособиться к обстановке, так как оно не привыкло к такой низкой температуре.

Теперь я возьму нерв противоположной функции. Я раздражаю сейчас ansa Wieussenii. Вы видите, что сердце начинает биться ускоренно. При раздражении вагуса замедление сердечной деятельности сразу прекращалось с концом раздражения; влияние ускоряющего нерва продолжается и после прекращения раздражения. Теперь я сделаю так: я вызову ускорение, а затем сейчас же присоединю раздражение вагуса. Ну вот, я раздражаю ускоряющий нерв, теперь — вагус. Вы видите — сердце сразу остановилось. При одновременном раздражении двух нервов вагус как будто совершенно сводит на нет деятельность ускоряющего нерва, но как только вы прекращаете оба раздражения, то сейчас же берет перевес ускоряющий нерв. Можно также нейтрализовать одно раздражение другим. Так, раздражая слабым током вагус, а более сильным ускоряющий нерв, можно получить нормальную деятельность сердца.

Но столбняка получить нельзя; раздражая ускоряющий нерв все более и более сильным током, мы дойдем, наконец, до такой частоты ударов, которая является пределом, чаще сердце уже не может биться, и тогда оно бьется уже неритмически, но не приходит все же в столбняк.

У нас сейчас оба вагуса целы, и мыслимо, что центральная нервная система, передавая известное раздражение по замедляющим волокнам, обусловливает тот или иной темп сокращения. Мы сочтем сейчас точно число ударов в минуту и тогда перережем вагусы. В минуту 104 удара. Теперь я перерезаю нервы. . . вот один перерезан, теперь другой. Сосчитаем теперь число ударов. Ну, почти не изменилось — только на 12 ударов увеличилось. Это ускорение очень маленькое, обыкновенно же бывает скачок от 100 к 200 ударам. Это произошло, как видно, потому, что произвели не перерезку, а разминание спинного мозга, во время которого были повреждены центры продолговатого мозга.

Я теперь вагусы совсем устранил, посмотрим, что получится при раздражении ускоряющего нерва. Я раздражаю — и вы видите, что удары учащаются. Они теперь чаще, чем при

целых вагусах, так как тогда им противопоставлялось еще физиологическое раздражение вагуса. Если раздражать периферические концы вагуса, идущие к сердцу, то получается совершенно то же, что и при раздражении неперерезанного вагуса. Отравление животного атропином действует только на замедляющие волокна — на вагус, на ускоряющий же нерв не действует. Вот мы ввели атропин, и он уже подействовал — раздражение вагуса теперь не останавливает сердца. Ускоряющий же нерв действует так же, как и раньше.



Лекция седьмая

ВОСЕМЬ ВЛИЯНИЙ НА СЕРДЦЕ СО СТОРОНЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. — УСИЛИВАЮЩИЙ НЕРВ

Вы вчера видели, что сердце, этот насос, который мы раньше изучали с механической стороны, находится под точным контролем центральной нервной системы. Весь химизм тела происходит за счет кровообращения. Кровообращение есть основная, фундаментальная функция организма, и понятно, что сердце должно находиться под строгим контролем; понятно, что деятельность его должна быть очень тонко регулирована. Часть этой регуляции вы видели вчера; вы видели, что, раздражая один нерв, я получал замедление сердечных ударов, раздражая же другой нерв — получал ускорение их. Конечно, есть полный смысл в такой регуляции: ведь сердцу приходится работать с различными количествами крови, а потому и бывает нужна то ускоренная, то замедленная работа этого насоса. Вы можете задать вопрос: зачем же здесь два влияния?

Ведь, казалось бы, можно было обойтись и с одним только — или замедляющим, или ускоряющим. Но это рассуждение неверное, близорукое. Ведь даже в самых простых механизмах всегда имеются влияния двух родов. Возьмем хотя бы самый простой механизм — конку. Даже тут вы видите у кучера вожжи, которыми он может то подгонять, то придерживать лошадей. Мало того, у него еще в самом вагоне имеется тормоз, который пускается в дело в экстренных случаях. Понятно, что если и здесь, в простом механизме, в деле рук человеческих существуют регулирующие влияния двух родов, то тем более они должны быть в таком важном органе, как сердце, — органе, который заведует важнейшим отправлением организма — кровообращением.

Здесь, в сердечных влияниях, можно указать некоторые подробности. Вы видели, что замедляющий нерв влияет на паузу. Пауза — это есть момент отдыха сердца, а следовательно причина увеличения паузы есть потребность отдыха. Отдых у постоянно работающего органа должен быть охраняем еще больше, чем сама работа. Мы многими опытами можем убедиться в том, до какой степени необходимо бывает увеличение паузы. Можно сделать так: вы ставите сердце в очень трудные условия, ну, например, удушаете животное. Понятно, это отзывается на всех органах, отзывается и на сердце. Вы видите, как оно на ваших глазах начинает плохо работать, как его деятельность близится к концу. И в это отчаянное, можно сказать, время достаточно сердцу приостановить работу, несколько удлинить паузу, и оно сразу же после этого начинает лучше работать. Это в высшей степени важная вещь — регуляция паузы, и когда я перейду к другим отделам, то вы увидите, что, как только нужно сердцу сильнее сокращаться, сейчас же получаются большие паузы. Я говорил вам, что таким замедляющим нервом является n. vagus. Его можно назвать до известной степени нервом отдыха, нервом, регулирующим отдых сердца.

Но это только часть регулирующих влияний нервной системы на сердце. Вы сейчас узнаете еще ряд других условий. Вы понимаете, что если вы имеете простой насос, откуда-нибудь выкачивающий воду, то его можно регулировать не только в отношении частоты движений, но и в их размахе, можно изменять размах движений. Можно оставить ту же частоту, но увеличивать или уменьшать амплитуду. То же самое наблюдается и на сердце. Давно уже исследователи заметили, что, помимо изменения в частоте ударов, имеет место и изменение силы сокращения. Сокращается сердце или поверхностно, или же глубоко. Итак, имеет место и изменение силы сокращения, причем это изменение способно колебаться в обоих направлениях: от одного нервного раздражения вы получаете усиление силы сокращения, от другого — ослабление. Сокращения сердца можно изобразить, нарисовав их в виде чередующихся волн с определенной высотой, длиной и паузой (расстоянием) между ними. Если мы раздражаем вагус, то получаем такое изменение волн: высота их остается прежней, длина то же не изменяется, удлиняется только пауза. Если раздражать ускоряющий нерв, то длина и высота волн остаются опять без перемен, только пауза укорачивается.

Я уже сказал вам, что под влиянием нервного раздражения можно получить изменение силы сердечного уда

ствуют нервные волокна, которые усиливают сердечные сокращения. Следовательно, если вы будете раздражать усиливающий нерв, то получите более высокую волну, длина же ее и паузы останутся прежними. Единственно, что изменяется, так это высота волны. Происходит усиление силы сердечного удара, а не продолжительности сокращения сердца, и поэтому паузы не изменяются. Существуют и противоположно действующие нервы, которые ослабляют силу сердечных сокращений, оставляя незатронутыми длительность сокращения и паузы. Здесь пауза остается та же, длина волны та же и только высота сокращения по сравнению с нормой становится меньше. Таким образом вы видите, что при помощи нервных воздействий можно вызвать изменения не в ритме сердечных ударов, а в их силе.

Но и этим дело не ограничивается. Ведь в обыкновенном насосе можно изменять силу, можно изменять ритм, а можно изменять еще и стремительность движения. Я могу делать такие же размахи, могу делать столько же размахов в минуту, но только вместо медленных движений буду делать быстрые, изменив стремительность движений. Сердце тоже может изменять стремительность своего сокращения. Тогда высота волны не изменится, ритм тоже не изменится, изменится только длина волны, т. е. стремительность сокращения. Это изменение тоже идет в двух направлениях: имеются влияния, усиливающие стремительность, и есть влияния обратные.

Наконец есть еще одно изменение, которое тоже идет в двух направлениях, — изменение чувствительности сердечного мускула. Если вы остановите сердце и будете возбуждать его индукционным током, то, чтобы вызвать сокращение, надо применить ток известной силы, который способен вызвать сокращение. Сила этого тока характеризует чувствительность сердечного мускула, его возбудимость. Если же вы после этого станете раздражать нервы, идущие к сердцу, то может получиться, что этот прежний, так сказать, нормальный ток станет слишком силен и сокращение будет возбуждаться гораздо более слабым током, или же наоборот, может оказаться, что ток слаб и, для того чтобы вызвать сокращение сердца, надо его усилить. В первом случае — повышение, а во втором — понижение чувствительности.

Итак, на сердце производится восемь различных влияний со стороны центральной нервной системы. Вы видите, какая забота у организма по отношению к этому насосу. Конечно, сердце урегулировано так, как ни один насос, сделанный человеческой рукой. Всех этих фактов я вам здесь показать

не могу. Относительно их я должен только вам сказать, что их существование споров не вызывает. Остается только вопрос: ко скольким отдельным нервам нужно отнести эти влияния? Нужны ли для каждого из этих влияний отдельные нервы, или же их можно как-нибудь совместить в общие стволы? Вы вчера видели, что замедляющее и ускоряющее влияния приурочены к двум различным стволам. Несомненно, что влияние на ритм можно отделить от влияния на силу сокращений. Можно найти нерв, который, совершенно не влияя на ритм, резко влияет на изменение силы. Следовательно, уже нельзя признавать только два нерва, их по крайней мере четыре. Нужно допустить четыре нерва, но это нисколько не исключает возможности существования и восьми нервов, т. е. отдельного нерва для каждого влияния. Дело сводится просто к анатомическим случайностям. Вот продолговатый мозг, вот это симпатический нерв, вот ганглии. Ускоряющий нерв идет из продолговатого мозга, проходит по спинному мозгу, затем переходит в ганглий симпатического нерва, идет вверх, к так называемому ganglion stellatum. Отсюда двумя ветвями (ansa Wieussenii) переходит в нижний шейный узел. Далее nervus sympathicus встречается с вагусом, а ниже шейного узла образуется сплетение — plexus cardiacus. От вагуса отходит масса тоненьких веточек. Эти веточки, а также веточки от симпатического нерва можно доставать и раздражать. Эту ветвь (см. рис. 15) можно в большинстве случаев считать ускоряющей ветвью, потому что в ней проходят почти исключительно волокна, оказывающие ускоряющее влияние. Мы это увидим сейчас на опыте.

У нас собака с перерезанным спинным мозгом (под продолговатым). Грудная полость вскрыта, обнажены нервы. Отпрепарованы две нервные веточки: одна — ускоряющая, другая — усиливающая. Сначала мы испытываем один только ускоряющий нерв. Я начну именно с него, потому что сердце сейчас очень слабо работает. Вы увидите, что произойдет следующее: раздражение ускоряющего нерва скажется только на предсердиях да на правом желудочке, а левый желудочек будет работать попрежнему. У собаки пульс сейчас 80; если при раздражении ускоряющего нерва на предсердиях и правом желудочке получим 120 ударов в минуту, то левый желудочек станет биться со скоростью 60 ударов в минуту. Мы поступим так: я буду вслух считать удары предсердий, а колебания манометра, соединенного с arteria cruralis, будут обозначать удары левого желудочка. Сейчас увидим, будут ли они при раздражении ускоряющего нерва биться в унисон

или же вразброд, как я сказал вам. Пока в сердце полная гармония, полное согласие, а вот теперь я начинаю раздражать ускоряющий нерв и считаю. Здесь сердце довольно сильное: сначала разошлись удары, а потом левый желудочек оправился и снова установилось согласное биение. Левый желудочек оказался в силах произвести ускорение. Раздражаю снова, вот теперь ясно, что разошлись. Вы видите явление так называемой сердечной диссоциации; я вызываю ее здесь при помощи ускоряющего нерва, который не в силах сообщить ускорение левому желудочку, особенно если он истощен. А вот когда мы точно убедимся в этом разладе, мы проделаем следующее: мы будем раздражать усиливающий нерв, который так поднимет дееспособность левого желудочка, что и он будет в состоянии биться ускоренно.

Ну вот, общий пульс всего сердца 13 ударов в десять секунд. Раздражаю. . . За десять секунд число ударов левого желудочка осталось такое же, 13, а скорость работы предсердия в два раза увеличилась, т. е. уже 25 ударов. Получилась диссоциация. А вот сейчас я раздражаю сначала усиливающий нерв и лишь потом перехожу к раздражению ускоряющего нерва. Вы видите, что левый желудочек теперь поспевает за предсердиями — они бьются в унисон. Тут наблюдается еще один интересный факт: когда я раздражаю только ускоряющий нерв, то замечается падение кровяного давления, когда же я раздражаю усиливающий нерв, то получается повышение кровяного напора. Если усиливающий нерв у вас в руках, то в случаях сильно ослабевшего сердца, когда оно совсем уже плохо работает, можно не дать умереть животному — достаточно начать раздражать этот нерв. Теперь я снова попробую раздражать ускоряющий нерв, и посмотрим, будет ли еще биться левый желудочек в унисон с предсердиями, или же действие усиливающего нерва уже прошло. . . Ну вот, смотрите, опять установился разлад. Конечно, этот опыт можно было бы провести и лучше в демонстративном отношении; можно было бы записать и движения манометра и удары предсердий. В настоящих научных исследованиях так это и делается. Попробую еще раз раздражать ускоряющий нерв. Вы видите, что опять получается диссоциация. Вы уже знаете, что она происходит от того, что различные отделы сердца обладают различной жизнеспособностью; в случае напряженной работы выходит из строя прежде всего левый желудочек; это и понятно, так как на нем лежит самая большая работа. Это отдел сердца, поставленный в самые трудные жизненные условия; затем идет правый желудочек и затем уже

предсердия, у которых работа маленькая и которые вследствие этого хорошо ее выносят.

Теперь мы займемся специально действием усиливающего нерва. Опыт проводится следующим образом. Ставится скамейка, барабан со штативом и кардиографом — палочкой, которая помещается одним концом на сердце: вместе с его сокращениями она то опускается, то поднимается. Верхний изогнутый острый конец ее будет записывать на барабане кривую сокращений. Вы видите, что запись совершенно ясна. Мы записали сейчас нормальную кривую. Вот совершенно хорошее, точное изображение сердечной деятельности, которое будет для нас нормой. Останавливаем дыхание. Нужно сказать вам, для чего я останавливаю дыхание на время записи; дело в том, что если дыхание не остановить, то получается очень сложная кривая, которая обусловлена не только сокращениями сердца, но еще и дыхательными движениями и в которой поэтому трудно разбираться. Теперь раздражаю усиливающий нерв. Когда действие достаточно развилось, то вы видите, что волны здесь получаются гораздо выше, а основания их короче. Основание нормальной волны — 11 мм, основание же волны при действии усиливающего нерва — 8 мм. Ставлю палочку на правый желудочек, раньше она стояла на границе между правым и левым желудочком. Запишем нормальную кривую и начнем снова раздражать усиливающий нерв. Ну вот, смотрите: волны сделались гораздо выше и у́же. Высота нормальной волны — 12 мм, а после раздражения — 18 мм. Основание волны имело в длину 10 мм, а под влиянием усиливающего нерва стало 7 мм. Значит, не только сила сокращения увеличилась, но и скорость тоже. Сила увеличивается, время сокращения уменьшается.

Теперь посмотрим, как действует один ускоряющий нерв и как действует ускоряющий нерв вместе с усиливающим. Вот нормальное сокращение левого желудочка. Раздражаю ускоряющий нерв. Благодаря тому, что я сильно раздражил усиливающий нерв, теперь ускоряются и сокращения левого желудочка; под действием ускоряющего нерва пауза сильно сократилась. Ну, а теперь я попытаюсь раздражать усиливающий и ускоряющий нервы одновременно. Я увеличиваю, таким образом, высоту и уменьшаю паузу. Сердце находится на воздухе уже более двух часов, а работает, как видите, вполне хорошо. Промежутки между ударами сократились с 9 до 2, а высота увеличилась с 10 до 15. То, что сила сердца увеличилась, обусловливается именно влиянием усиливающего нерва. Вы видите, какой огромной властью обладает центральная

нервная система в отношении регулирования сердца, как она может варьировать сердечную деятельность. Обыкновенно усиление работы сердца — повышение волны — происходит вместе с укорочением процесса сокращения. Эти два действия идут обыкновенно вместе. В моих опытах они всегда сливались, и поэтому я могу предполагать, что имеются четыре нерва, по которым передаются различные влияния; но вопрос этот еще не решен и для вас как для врачей особенного интереса не представляет; вам важно знать о самих влияниях, а не об анатомических путях этих влияний.

Вы видите, какая большая роль усиливающего нерва! Это факты, и факты, конечно, не подлежащие сомнению. Вы видели, что раздражением усиливающего нерва можно предупредить смерть сердца. Вы понимаете, какая огромная сила была бы у врача, если бы врач мог легко достать этот нерв! Я мыслю такую вещь. Ведь много есть случаев, когда сердце начинает плохо работать, причем это обычно только на время, как это бывает хотя бы при воспалении легких. Подобное трудное положение сердца часто продолжается только часы. Следовательно, если вы такому сердцу поможете в это критическое время, то все может обойтись благополучно. Приходится часто применять различные терапевтические средства, укрепляющие, усиливающие сердце, тогда как у вас, может быть, под руками и прямое великолепное средство усиления работы сердца. Представьте себе, что рабочий где-нибудь на заводе получил ранение сердца. Вы знаете, что хирургия теперь сделала такой большой шаг вперед, что уже производит операции сердца; вы подумайте, как важно в это время суметь поддержать силу сердца. Так вот, я мыслю, что хирурги, которые ближе других знакомы с физиологией, рискнут когда-нибудь и попробуют отыскать на человеке эту усиливающую веточку, чтобы поддерживать слабеющее, плохо работающее сердце.

Нужно думать, что усиливающий нерв, очевидно, не только заставляет сердце работать энергичнее, но и дает средства для этого.

У больных вы часто будете отмечать сердечную диссоциацию, часто будете иметь несчастье наблюдать, как левый желудочек отвечает одним ударом на два удара предсердий.



Лекция восьмая

ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА РАБОТУ СЕРДЦА

Разъясню вам сейчас один пункт. Вы, конечно, убедились, что сердце есть не что иное, как своеобразная система насосов. Один из них, самый совершенный — левый желудочек — стоит в начале большого круга кровообращения, другой — правый желудочек — в начале малого; два предсердия являются как бы добавочными насосиками. В общем — система четырех насосов. В то же время вы знаете массу обыденных человеческих ощущений, которые обычно относят к сердцу; вы знаете, как часто во всевозможных ролях фигурирует сердце. Сердце «прыгает от радости», сердце «бьется любовью», сердце «колотится от страха», сердце «сжалось от жалости» и т. д. Что же это такое? С одной стороны, обыкновенный насос, а с другой стороны — множество состояний человеческой природы связано с сердцем, с этой самой обыкновенной системой насосов. Как же это понять? Человечество ли заблуждается и до сих пор в течение многих веков не в состоянии определить своих ощущений, или же заблуждается физиология? Здесь обе стороны правы. Права физиология, которая утверждает, что сердце — простой насос. Право и человечество; ведь нельзя же допустить, чтобы так глубоко ошибалось сознание всего человечества. Но как же согласовать это? Разрешение вопроса имеется отчасти уже в тех данных, которые я сообщал вам в прошлый раз, а именно в данных о влиянии на сердце центральной нервной системы. Вы знаете, что всех нервных влияний на сердце восемь. И вы, конечно, понимаете, сколько комбинаций может быть из этих восьми влияний; различные комбинации обусловливают различное состояние сердца. Вот у вас уже есть один общий пункт. Если поэты

и другие люди, описывая различные психические состояния, относят их к сердцу, то каждому из этих состояний, конечно, могут соответствовать те физиологические состояния, которые образуются из упомянутых нервных влияний на сердце. Из этого следует, что хотя сердце и насос, но оно может находиться во всевозможных состояниях. Механическая деятельность сердца должна быть чрезвычайно разнообразной в течение жизни организма. Сердце должно приспособляться ко всяким изменениям не только всего организма, но и каждого его органа. Сердце находится в постоянной зависимости от того, как работает тот или другой орган, и поэтому сердце, хотя это и есть простой насос, может находиться во всевозможных состояниях; это — факт, вы вчера его видели, он не подлежит никакому сомнению: сердце может быть в чрезвычайно разнообразных состояниях, смотря по состоянию организма. Различных сердечных состояний столько, что они могут с избытком покрыть все поэтические описания деятельности сердца. Но почему же все эти поэтические описания будут находиться в связи с состоянием сердца? Для того чтобы понять это, нам нужно обратиться к глубокому прошлому.

Ведь мы с вами живем теперь нервами, внутренним миром, вся наша деятельность есть деятельность главным образом нервная, наши чувствования не обязательно выражаются непосредственно какого-либо рода мышечной деятельностью. Но дело обстоит так только теперь, если же мы обратимся к нашим отдаленным прародителям, то увидим, что там все было основано на мускулах. Теперь мы можем выражать и гнев, и отчаяние, и разные другие чувствования, не производя различного рода движений мускулатуры, но ведь нельзя себе представить какого-нибудь зверя, лежащего и гневающегося часами, без всяких мышечных проявлений своего гнева. А наши предки ничем, собственно, не отличались от диких зверей, и точно так же и у них каждое чувствование переходило в работу мышц. Когда гневается, например, лев, то это у него выливается сейчас же в форму драки, испуг зайца сейчас же переходит в деятельность мышц другого рода — в бег, и т. д. И у наших зоологических предков все выливалось также непосредственно в какую-либо деятельность, каждое его чувствование выражалось деятельностью скелетной мускулатуры: то он в страхе убегал от опасности, то в гневе сам набрасывался на врага, то защищал жизнь своего ребенка, и т. д. Если вы проникнетесь тем, что каждое чувствование наших предков выражалось мускульно, то вы должны понять, что каждое из этих чувствований различно отражалось на сердце,

каждому из них должна была соответствовать особая деятельность сердца. Ведь при различных мускульных работах работа сердца тоже должна быть различна, так как в зависимости от состояния организма должна видоизменяться и сердечная деятельность. А возможность влияния мускульной работы на состояние сердца есть, так как существуют нервные ветви, которые управляют деятельностью сердца. Всякая работа мускулов требует особой работы сердца, а так как в прежнее время чувствования выражались непосредственно деятельностью мышц, то и установилось точное согласование между чувствованиями и сердечной деятельностью. В настоящее время у нас мышцы уже не имеют такого значения для выражения наших чувств, но нервная связь осталась и наши чувствования, точно так же как и чувствования наших зоологических предков, непосредственно связаны с сердечной деятельностью. А центральная нервная система может быть осведомлена о состоянии сердца через соответствующие центростремительные нервы.



Лекция девятая

РЕФЛЕКТОРНЫЕ ВЛИЯНИЯ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕРДЦА. — ДЕЙСТВИЕ УГЛЕКИСЛОТЫ НА ЦЕНТРЫ

Прошлую лекцию я кончил описанием тех влияний, которые оказывает на сердце центральная нервная система. Вы видели, что они были очень разнообразны и вполне соответствовали значению сердца в организме. Сердце в качестве насоса должно чрезвычайно варьировать свою деятельность в зависимости от потребностей всех мельчайших частиц организма. Поэтому деятельность сердца регулируют восемь различных нервов, которые можно разделить на четыре группы антагонистов, оказывающих влияние на скорость сокращения, на размер паузы, на силу сокращения и на возбудимость сердца; на каждый по два влияния: одно положительное, другое отрицательное.

Теперь, когда установлено, что имеются различные влияния, дальнейший вопрос заключается в том, чтобы изучить, когда эти влияния пускаются в ход, чем раздражаются нервы, оказывающие эти влияния, как они возбуждают ту или иную деятельность сердца при нормальном состоянии организма. Вопрос огромный, как это можно понять уже прямо по сути дела. Ведь в кровообращении заинтересован каждый уголок тела, следовательно, влияния эти должны доходить до сердца путем раздражения самых отдаленных частей организма. Вы знаете, что в нормальном состоянии возбуждения происходят двояким образом: или рефлекторно — путем внешнего раздражения, или же автоматически — путем раздражения, наносимого на центр, путем внутреннего раздражения. Многие из таких раздражений уже констатированы, во многих случаях они уже найдены, но до сих пор материал весь еще не вполне изучен. Вы знаете, что сердце может чрезвычайно варьировать

свою деятельность; так вот, мало знать, что под влиянием такого-то раздражения получается такая-то деятельность сердца, надо знать и то, зачем это делается, какая конечная цель того или другого изменения в деятельности и состоянии сердца, а все это еще очень мало выяснено. Имеются почти исключительно факты, просто факты, без объяснения их. В этом отношении мало изучена и группа рефлекторных раздражений, но еще меньше известно о группе внутренних раздражений. Не так легко сказать, что́ именно произошло в сердце под влиянием того или другого раздражения. Дело в том, что и все исследование поставлено в возможно упрощенные условия: чтобы разобрать нормальную деятельность сердца, необходимо наблюдать сердце в нормальных условиях; если же вы нарушаете нормальные отношения в организме, то и само сердце начинает ненормально работать и получается путаница, в которой трудно разобрать причины и следствия. Так что, материалы, факты, имеющиеся в отношении различных раздражений на деятельность сердца, еще очень мало разработаны, и еще нельзя сказать, какое значение имеет то или другое раздражение, которое так или иначе влияет на сердце.

Теперь после указания недостатков этого отдела, этой части физиологии, я перейду к рассмотрению фактов, которые тут имеются.

Известно, во-первых, что центростремительные нервы, идущие от сердца, сами влияют на деятельность сердца. Это можно понять, потому что очень важно, чтобы сердце само могло вызывать те или иные влияния, очень важно, чтобы орган сам себя регулировал. Опыт, относящийся сюда, сам по себе довольно прост: вскрыв грудную полость, раздражают нервы самого сердца и таким образом убеждаются в том, что можно получить различную деятельность сердца при помощи раздражения центральных отрезков сердечных нервов. Влияние их сказывается совершенно ясно. Следовательно, уже в самом сердце имеются рефлекторные влияния на его деятельность. Затем рефлекторные влияния передаются и с органа, лежащего рядом, — с легких. Опыты с рефлекторными влияниями показать легко, и они будут сейчас показаны. Таким образом, как я уже сказал, сердце зависит и от легких, от того состояния, в котором они находятся: расширены они или сжаты. Со своей стороны и диафрагма, сокращаясь или растягиваясь, тоже влияет на деятельность сердца. Собственно говоря, нет такого места, где не было бы нерва, влияющего на сердце, да это и понятно.

Один из самых старых, из наиболее давно известных рефлексов есть рефлекс с брюшных внутренностей, описанный Гольцем, так называемый опыт с поколачиванием. Если вы возьмете лягушку, вскроете ей грудную полость, выведете наружу сердце и частыми ударами будете бить по брюшным внутренностям, то сердце у нее остановится. Здесь раздражение идет по нервам внутренностей в центральную нервную систему, а оттуда по вагусу передается на сердце. Это очень частый жизненный рефлекс; такая остановка сердца часто сопровождает обморочное состояние при нанесении удара «под ложечку». В мое время, когда в гимназиях и семинариях процветали кулачные бои, такие случаи были нередки. Видите — сердце лягушки бьется; теперь я ручкой скальпеля начинаю наносить частые удары по животу — сердце остановилось. Это и есть опыт с поколачиванием. Опыт сам по себе, как вы видите, очень простой. Что механизм этого опыта происходит именно так, как я сказал, легко убедиться перерезкой блуждающего или симпатического нервов. Как в том, так и в другом случае удары не оказывают уже влияния на деятельность сердца. Следовательно, раздражение идет по симпатическому нерву в центр и затем по блуждающему нерву — к сердцу. Тут вы имеете, следовательно, рефлекс с брюшных внутренностей, а сейчас я покажу вам рефлекторное влияние с легких.

Предварительные приготовления к опыту вполне понятны; собака слегка отравлена кураре, на ленте кимографа ведется графическая запись сердечных ударов. Вы видите волны двух родов: большие, а на них маленькие зубчики, которые собственно и выражают удары сердца. Опыт заключается в том, что если остановить дыхание в тот момент, когда легкие и вся вообще грудная клетка спались, то произойдет замедление сердца, т. е. рефлекс, сходный с гольцевским. Вот сейчас проделаем это и посмотрим, что получится. Было 11 ударов, теперь же, за тот же промежуток времени, только 8. Как видите, замедление довольно значительное. Но сейчас, хотя искусственное дыхание и было остановлено, собака в связи со слабым отравлением слегка дышала сама, и замедление получилось не такое резкое, как могло быть. Я еще отравлю собаку, чтобы это замедление выступило резче. Нужно также иметь в виду, что отравление может повлиять на n. vagus и тогда опять-таки замедление не проявится вполне. Теперь собака сама уже не дышит, и мы повторим опыт снова. Достаточно было мне остановить легкие в фазе выдыхания, чтобы произошло замедление сердечной деятельности. Я беру опре-

деленное расстояние между ножками циркуля: раньше за это время было 9 ударов, теперь, после удушения, только 6. Произошло замедление на целую треть. Если же легкие остановить в фазе вдыхания, то получится ускорение. Это я покажу вам потом на собаке, отравленной морфием; сейчас же у нашей собаки пульс и без того очень частый вследствие отравления кураре, и потому ускорение здесь будет незаметно.

Теперь я покажу вам рефлекс с гортани, получаемый раздражением n. laryngeus. Вот здесь я беру n. laryngeus и раздражаю его центральный конец, сейчас же получается огромное замедление ударов сердца. Все совершенно ясно. Так вот, вы сегодня наблюдали рефлексы только с замедляющих волокон. Кроме этих рефлекторных раздражений, существуют еще, как я упоминал, и раздражения непосредственно на центр — внутренние, автоматические. Одно из таких влияний есть раздражение угольной кислотой. Если прекратить дыхание, то получается накопление угольной кислоты, которая, непосредственно действуя на центры нервной системы, производит замедляющее влияние. Останавливать дыхание надо, конечно, на вдохе, чтобы нельзя было предположить, что это действие рефлекса со спавшихся легких. Теперь же, когда я легкие останавливаю на вдохе, налицо рефлекс ускоряющий, но все-таки накопление угольной кислоты действует сильнее, и происходит замедление. Вот я освобождаю дыхание, и вы видите, что произошло еще большее замедление. Это потому, что угольная кислота выйти еще не успела, а ускоряющий рефлекс с расширенных легких перестал действовать.



Лекция десятая

ТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ПО ЭЛАСТИЧНЫМ И НЕЭЛАСТИЧНЫМ ТРУБКАМ. — СХЕМА ВЕБЕРА. — ИЗУЧЕНИЕ КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ

Мне думается, что относительно одной части кровеносной системы, именно — сердца, вы имеете достаточное представление. Теперь я перехожу к другой, более пассивной части системы. Эта вторая часть состоит из сети трубок, по которым сердце гонит кровь. Нам предстоит задача познакомиться с движением и состоянием крови в этих трубках. Вначале я должен несколько остановиться на анатомических данных.

Вы знаете, что из левого желудочка кровь поступает в аорту, а из правого — в легочную артерию. Эти крупные сосуды делятся на более мелкие, те в свою очередь продолжают делиться, и, наконец, артерии достигают микроскопических размеров. Мельчайшие артерийки распадаются на волосные сосуды, которые носят название капилляров. Затем капилляры начинают собираться в мелкие вены, мелкие вены — в более и более крупные, и, наконец, двумя большими стволами вены впадают в правое предсердие, а несколько легочных вен — в левое. Значит, вся система кровеносных трубок распадается на три отдела: артерии, капилляры, вены.

Что касается размеров кровяного пути, то я коснусь только того, что имеет физиологическое значение. Здесь имеет место следующий факт: по мере того как артерии дают ветви, их суммарный поперечный разрез делается все больше и больше. Если вы сложите диаметры всех разветвлений какого-нибудь места пути, то эта сумма будет больше диаметра аорты или легочной артерии. Самой большой величины суммарный разрез достигает в капиллярах, а затем он начинает уменьшаться и при впадении вен в сердце имеет почти такой же размер,

как и в аорте. Итак, наименьший поперечник — в аорте, затем он увеличивается, в капиллярах достигает максимума, потом снова уменьшается, приближаясь при впадении вен в сердце к аортальному. Это в большом круге кровообращения; то же самое и в малом: в легочной артерии — поперечник наименьший, в капиллярах — максимальный, а в венах, при введении их в сердце, приближается к размерам поперечника легочной артерии.

Что касается конструкции сосудов, то я тоже остановлюсь лишь на немногих чертах. Чем характеризуются различные отделы этих трубок? Отдел артерий характеризуется чрезвычайным развитием эластической ткани. Значит артерии обладают большим количеством эластической ткани, а вместе с тем толстыми и крепкими стенками. По мере того как вы будете переходить от артерий к капиллярам, это свойство меняется. Стенки становятся тоньше, а эластичность их уменьшается; у самых мелких артерий перед их переходом в капилляры эластичность совершенно пропадает, эластическая ткань заменяется мышечной тканью, волокна которой расположены циркулярно. Вы увидите потом, что наличие здесь мышечной ткани имеет большое значение. Так вот, следовательно, большие артерии характеризуются наличием эластической ткани, растяжимостью; в конечных же мелких артериях выступает функция мышечной ткани — сократимость. Капиллярные сосуды характеризуются чрезвычайно тонкими стенками, которые состоят только из одного слоя клеток. Этим достигается легкая проницаемость капилляров, что необходимо для обмена веществ между кровью и тканевой жидкостью. Кроме того, так как кровь в капиллярах сама проходит очень тонким слоем, то этим достигается наиболее полный обмен. Вены представляют нечто среднее: там имеется и эластическая ткань и мышечная. Вот вам самое существенное, что имеет наиболее близкое отношение к физиологии.

Затем я перехожу к физиологической деятельности кровеносных трубок. Я сначала остановлюсь на упрощенной схеме, которая иллюстрирует одно из основных явлений.

Вы здесь видите насос, который с одного конца всасывает, а с другого нагнетает. Затем вы видите, что соединенная с этим насосом трубка распадается на две ветви: одну каучуковую с узким стеклянным наконечником, другую стеклянную, суживающуюся к концу. Вы сейчас увидите, какая будет разница при прохождении воды по этим трубкам. Вот я закрываю каучуковую трубку и нагнетаю воду насосом в стеклянную трубку. Вы видите, что вода течет, нагнетается, но вытекание

воды удерживает чисто ритмический характер работы насоса. Как только я разжимаю насос, работа прекращается — вода не вытекает, сжимаю насос — опять вытекает. Следовательно, здесь работа, течение воды, носит прерывистый характер. Вытекание жидкости через трубку с неподатливыми стенками происходит с такой же ритмичностью, с какой работает насос. А теперь вот я закрыл стеклянную трубку, пустил ток жидкости через резиновую. Вы видите, что, хотя я действую насосом очень редко, — струя бежит непрерывно. Факт совершенно очевидный. Вы видите из данного факта, какое огромное значение при ритмически действующем насосе имеет растяжимость, эластичность трубки. Когда я сжимаю каучуковый шар, то этим выталкиваю находящуюся в нем жидкость в трубку. Если трубка стеклянная, т. е. нерастяжимая, то входящая часть жидкости должна вытолкнуть такое же количество ее с другого конца трубки. Когда же я имею трубку с растяжимыми стенками, то поступающая в нее жидкость необязательно выталкивает такое же количество жидкости с другого конца, а сила моего давления переходит частью в растяжение стенки. Получается то, что, когда я сдавил баллон и потом отнял руку, стенки трубки, расширившиеся вначале, начинают спадаться и уже сами постепенно проталкивают жидкость дальше. Значит, здесь только часть давления передается сразу жидкости и придает ей движение; часть же переходит в эластическое напряжение стенки. Таким образом движение жидкости в трубках с эластическими стенками носит характер не ритмический, а непрерывный. Это основной пункт кровообращения, а потому надо знать его точно.

Рядом с ним имеет значение и еще одно обстоятельство — то, что на концах этих трубок имеются сужения — препятствия для тока жидкости. Если я с каучуковой трубки сниму это препятствие, то и здесь будет прерывистое вытекание жидкости. Следовательно, важно, чтобы на конце было препятствие, помеха, чтобы действующая сила не успела там проявиться полностью. Если бы не было препятствия, то давление могло бы протолкнуть воду очень быстро и сквозь резиновую трубку, почти не растянув ее стенки. Такие препятствия имеются и в кровеносной системе, и здесь они вызываются двумя обстоятельствами. Во-первых, тем, что существует огромное сцепление крови со стенками, трение крови о стенки сосудов. Ведь вся масса крови в капиллярной системе распределена тончайшим слоем, и, следовательно, имеется очень большое сцепление этой массы с материалом стенок. Кроме того, как я уже упоминал, у маленьких артерий перед

их переходом в капилляры имеются циркулярные мышечные волокна, сокращением которых они могут произвольно суживаться. Стало быть, в кровеносной системе, так же как и на этой схеме, имеются не только эластичные трубки, но и препятствия на их концах.

Установив этот основной факт, мы можем перейти к изучению того, что происходит в кровеносной системе. В этом отношении я поступлю совершенно так же, как поступил при изучении сердца: покажу вам сначала ход явлений на мертвых трубках, на простом физическом приборе, причем эти мертвые трубки собраны в так называемую веберовскую систему — в схему, которая представляет собой точное воспроизведение кровообращения. Этот прием очень целесообразен потому, что он дает возможность представить дело с физической точки зрения, а также потому, что показывает, что многое, происходящее в нашем организме, подчиняется простым законам физики. Названа схема веберовской по имени ученого, который ее составил. Она изображает большой круг кровообращения; здесь воспроизведены приблизительно все основные части кровеносной системы и даже удержаны отчасти соотношения их между собой. Вы видите, что размеры поперечного разреза пути постепенно увеличиваются по направлению от сердца, и вот здесь самое широкое место, соответствующее месту нахождения капилляров. Оно набито губками, которые представляют сопротивление, имеющееся в капиллярах. Вот, значит, артерии, капилляры и вены. Зажимы, суживающие трубки перед их переходом в капилляры, представляют собою циркулярные мышечные волокна, которые производят сужение маленьких предкапиллярных артерий.

Теперь смотрите, что будет происходить. Для того чтобы проникнуть во внутренний механизм этой системы, мы соединили ее трубки в двух местах с манометром (артериальным и венозным). Сейчас вся система находится в покое, давление в обоих манометрах приблизительно одинаково. Система трубок немного растянута, но равномерно растянута, а потому, хотя давление в манометрах и несколько выше атмосферного, но одинаковое. Теперь смотрите, что произойдет со ртутью в открытых коленах манометров, когда я буду действовать насосом. Я сжимаю баллон. Вы видите, что ртуть в открытом колене артериального манометра поднялась. Я прекращаю сжимать баллон, и вы видите, что ртуть в венозном манометре опустилась. Значит, когда я действую насосом, у меня происходит следующее: когда я сжимаю баллон, то вода, находящаяся в нем, проталкивается в трубки, изображающие артерии,

а затем, когда я отпускаю баллон, вода из венозных трубок входит в него и получается повышение давления в трубках артериальных и понижение в венозных. А когда я перестаю действовать насосом, то постепенно давление в обеих частях становится равным.

После того как я показал вам первую, упрощенную схему, вы легко можете понять и веберовскую систему. Действуя насосом, я перекачиваю жидкость из левой половины в превую, следовательно скопляю ее в правой половине, где и получается давление больше атмосферного, в левом же отделе давление образуется меньше атмосферного, так как жидкость туда поступает гораздо медленнее, чем выкачивается. Вы видите здесь то же, что делает сердце, — такое же распределение жидкости в замкнутой трубчатой системе. Можно сказать, что сердце создает разность давлений в артериальном и венозном отделах. В артериях оно производит большое положительное давление, в венах же — отрицательное, меньше атмосферного. Ближайшей причиной этого, кроме работы сердца, является эластичность стенок сосудов. Само сердце дает первоначальный толчок, которым приводится в движение даже не вся масса крови; он растягивает стенки артерий, введя в них порцию крови из сердца; дальнейшее же движение кровяной массы вызывает уже собственно эластичность артериальных стенок, которая и должна являться ближайшей причиной повышения давления в мелких артериях. Вот почему огромнейшее влияние на благосостояние кровообращения имеет нормальное состояние эластичности артериальных стенок. Как только уменьшается эластичность, сердце не в состоянии справиться со своей работой, это является слишком неблагоприятным условием для его работы, и дело кончается параличом сердца.

Я полагаю, что суть дела вами постигнута и мы можем теперь перейти к подробностям. Вся суть заключается в том, что сердце своей ритмической работой забирает кровь из венозной половины трубчатой системы и накопляет ее благодаря растяжимости стенок в артериях. Вследствие этого образуется разность давлений, которая является побудительной причиной к постоянному движению крови. Мы можем теперь перейти к более детальному рассмотрению. Обратим внимание на один какой-нибудь пункт и будем изучать его. Рассмотрим максимальное давление в артериальной половине системы. Что на него влияет? Почему уровень ртути может то опускаться, то подниматься? Первая причина, конечно, работа насоса. Вы увидите, что если я буду работать насосом очень редко,

то у меня давление установится на некотором определенном уровне. Если же я буду работать чаще, то давление сильно увеличится, возрастет. Вот я сделал четыре удара в пять секунд. Теперь я буду действовать чаще. . . Ртуть поднялась выше. Ясно, что я развил давление гораздо большее. Следовательно, накопление жидкости в артериальной системе и повышение давления находятся в совершенно определенной зависимости от числа ударов в единицу времени. Чем меньше я сделаю ударов, тем меньше будет давление, при условии, понятно, что силы ударов равны. Можно сделать иначе: можно оставить без изменения число ударов, а изменить силу их, и мы опять-таки получим повышение давления. Вот видите: слабые сдавливания баллона — ртуть поднимается до определенной высоты; затем сильное сжимание его, но прежней частоты, — и ртуть поднимается в два-три раза выше. Ясно, что увеличение силы удара тоже влечет за собой повышение давления. Увеличение давления, значит, зависит от работы сердца. Факт совершенно понятный и чрезвычайно важный. Итак, на повышение давления влияет частота сердечных ударов и их сила.

Другое условие, влияющее на высоту давления, тоже должно быть вам совершенно понятным. Это величина тех препятствий, которые имеются при переходе артерий в капилляры. Ясно, что чем больше эти препятствия, тем больше при той же работе сердца накопится перед ними в артериях жидкости и тем больше будет давление. Вот мы сейчас это и увидим. У нас здесь есть зажимы, которые мы можем то прикручивать, то отпускать, т. е. то увеличивать, то уменьшать препятствие. Сейчас мы установили максимальный уровень ртути при четырех ударах в пять секунд. Ну, а если я уменьшу сопротивление? Раз препятствий стало меньше, то крови в те же пять секунд успеет пройти больше, следовательно давление будет меньше. Наоборот, если я препятствия эти увеличу, то жидкость будет проходить с большим трудом, много жидкости скопится в артериальной половине системы и давление в ней повысится. Вот я прикрутил этот зажим, и вы видите, что теперь давление повышается и жидкость перетекает через сужение очень медленно, потому что препятствие для ее движения очень большое. Вы видите, какое огромное влияние на напор крови в артериальной половине имеет величина препятствий!

Есть одно препятствие, о котором мы мало знаем, — это сцепление крови; так сказать, хроническое препятствие. А есть еще другое препятствие, сильно варьирующее, — сократительность мелких артерий: они действительно играют роль кранов,

как назвал их отец русской физиологии И. М. Сеченов. Так вот, стало быть, главные причины, варьирующие движение крови, — работа сердца и изменение величины препятствий. Понятное дело, на величину давления сильно влияет еще и масса крови. Если почему-либо в данном отделе количество крови сильно уменьшилось, то и давление тоже должно сильно упасть.

Если вы себе хорошо уяснили эти схемы, то мы можем перейти теперь к самой кровеносной системе, чтобы фактически убедиться, что все, что мы видели здесь, имеет место и там. Значит, нам нужно посмотреть: все эти соотношения, с которыми мы познакомились на схеме, действительно ли они имеют место в самой кровеносной системе. Вы видели, что результатом всех этих свойств, явлений и соотношений получается большое давление в артериях и малое в венах: в артериях больше, а в венах меньше атмосферного. Вы это видели на схеме, теперь надо посмотреть, есть ли это в кровеносной системе, действительно ли в артериях давление положительное, а в венах отрицательное.

Вот здесь в круральную артерию собаки вставлена канюля, на артерии лежит зажим, а канюля продолжена сначала каучуковой, затем стеклянной трубкой. Теперь отпускаем зажим. Вы видите, как высоко поднялась кровь — аршина на два, а то и выше. Кроме того, вы видите, что кровь не стоит, а все время находится в движении.

А вот здесь вена — v. jugularis. В нее вставлена трубка с жидкостью, которую мы окрасили, чтобы было лучше видно. На трубке, соединенной с веной и расположенной горизонтально, есть зажим, отделяющий жидкость в трубке от крови в вене. Сейчас он закрыт. Мы открываем его, и вы видите, как быстро вся жидкость ушла в вену. Таким образом основное явление и здесь то же, что в нашей схеме. В артериях давление больше атмосферного — и кровь выбрасывается вверх, в крупных же венах оно меньше атмосферного — и атмосферное давление вгоняет жидкость в вену.

Остановимся на давлении подробнее и будем изучать его. Первый вопрос, конечно, заключается в методике, как изучать все явления. Вы понимаете, что по мере удаления от артерий к венам давление все падает и падает. Это факт вполне понятный, но его нужно хорошо запомнить.

Так я говорю, что мы должны перейти к деталям, и первый вопрос — вопрос методики. Как определять кровяное давление, кровяной напор в различных отделах? Этот вопрос интересует не только физиологов, но и клиницистов, хотя послед-

ние и поставлены в этом отношении в более тяжелые условия. Вы уже отчасти знакомы с физиологической методикой. Для того чтобы измерить кровяное давление в артериях, вы берете нужную артерию, зажимаете ее в двух местах, чтобы во время операции кровь не текла, затем перерезаете артерию, вставляете в нее канюльку, которая соединяется с манометром. Возникает вопрос: чем наполнить трубку между артерией и ртутью? Если вы наполните ее воздухом, то кровь скоро свернется и забьет трубку. Надо, чтобы кровь не свертывалась. С этой целью применяют различные методы. Одни из них более простые: наполняют это пространство какой-либо жидкостью, которая не свертывает крови, например концентрированным раствором углекислой соды. Иногда же кровь все-таки свертывается, несмотря на присутствие соды, и во избежание этого в серьезных опытах стараются сделать всю массу крови несвертываемой. Раньше для этого применяли раствор пептонов, но еще лучше действует специальный препарат — гирудин. Вы знаете, конечно, пиявок. Когда их припускают к телу, то они довольно быстро наполняются кровью, причем кровь в них совершенно не свертывается. Следовательно, в них есть то, что мешает крови свертываться. Было выяснено, что вещество, которое мешает свертыванию крови, вырабатывается их ротовыми железами. Этим воспользовались физиологи, которые берут настой пиявочных головок и впрыскивают его в кровь. Такой настой и носит название гирудина. Вот — манометр соединен с артерией. В открытое колено манометра опускается поплавок с палочкой, к верхнему концу которой прикрепляется перо, пишущее на барабане, так что на бумагу заносится каждый момент. Это большое методическое приобретение — можно записать и сохранить на бумаге все изменения кровяного давления. Самый прибор носит название кимографа (записывателя волн) Людвига.



Лекция одиннадцатая

КИМОГРАФ ЛЮДВИГА.— ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ В АРТЕРИЯХ

Прошлый раз я описал вам вкратце кимограф Людвига, а сейчас мы повторим описание его еще раз. Вы помните, что перо кимографа пишет кривую. Первый факт, который бросается в глаза, — это то, что напор крови ни разу не остается постоянным, все время колеблется. Здесь вы видите волны двух родов. Маленькие волночки изображают собственно толчки сердца и являются как бы зубчиками на больших волнах; но это еще не все: большие волны в свою очередь являются также частями еще бóльших волн, которые бывают видны только на длинной записи. Вы видите здесь только два рода волн и видите, что величина давления постоянно колеблется. Маленькие волночки, как я уже сказал, происходят от тех колебаний, которые связаны с каждым сердечным ударом. В то время как происходит толчок сердца, давление возрастает — растет и волна; толчок кончился, начинается падение давления, напор крови уменьшается — волна падает. Таким образом каждую такую волночку можно назвать сердечной волной: подъем соответствует систоле, падение — диастоле. Большие волны находятся в связи с дыхательным механизмом. Если одновременно наблюдать за этой кривой и за дыханием, то можно видеть, что каждая из больших волн соответствует вдыханию и выдыханию. Большие волны, повторяю, обусловливаются дыханием, и понять это нетрудно, так как кровь из правого сердца в левое идет через легкие, и ясно, что вдохи и выдохи должны влиять на изменение кровяного давления. Потом я объясню это подробнее, сейчас же только обращаю ваше внимание на то, что большие волны связаны с дыхательной ритмикой; так как кровь проходит через легкие, то дыха-

тельная ритмика несомненно влияет на давление крови. Как я уже говорил, есть еще третий род волн, для которых большие волны являются как бы добавочными частями. О них я вам скажу тогда, когда буду говорить об иннервации сосудов.

Кроме сложной кривой давления, которую пишет перо кимографа, при настоящем опыте, при серьезном опыте должна быть всегда кривая времени, а внизу еще и нулевая линия — линия атмосферного давления. Она устанавливается так. Артерия, с которой соединен манометр кимографа, зажимается, чтобы устранить влияние на манометр кровяного напора. На том уровне, на котором тогда останавливается перо, прикрепляют другое перо, которое и пишет во все время опыта нулевую линию. Когда кровяное давление записывается так, как здесь, то часто бывает очень важно знать, за какой промежуток времени произошло то или другое явление. Ведь бумага может двигаться с неодинаковой скоростью, а потому нельзя судить о времени по длине, по расстоянию между различными точками: разные отрезки могут быть не равны по времени, в продолжение которого они писались. Поэтому-то пишется еще и линия времени. Берется электромагнит, в цепь его вводится какой-нибудь ритмический прерыватель, ну хотя бы метроном, и тогда каждый зубчик на бумаге будет соответствовать одному и тому же отрезку времени. Следовательно, благодаря нулевой линии вы можете в каждый данный момент определить кровяное давление, а благодаря линии времени можете следить за частотой волн, сравнивать количество ударов в одинаковые промежутки времени.

Теперь следующий вопрос: как же определять размеры кровяного давления? Понятное дело, если бы давление держалось на одном уровне, если бы вместо кривой была прямая линия, параллельная нулевой, то можно было бы просто миллиметровой линейкой измерить расстояние этой линии от линии нулевой. Ну, а если линия давления в виде кривой, то как же поступить тогда? Если бы линия эта была прямой, то тогда, как уже сказано, достаточно было бы измерить расстояние от нулевой линии да увеличить его в два раза, потому что в противном случае мы приняли бы во внимание только повышение ртути в открытом колене, не беря в расчет понижения ртути в закрытом колене манометра, соединенного с артерией. Но так просто было бы дело лишь в том случае, если бы линия давления была прямой, а ведь этого никогда не бывает, и поэтому вопрос об измерении кровяного давления довольно сложен. Наиболее простой и самый грубый способ определения —

приблизительное, на глаз, определение середины всех этих волн, т. е. средней высоты волн, и измерение расстояния этой средней точки от нулевой линии. Конечно, это очень грубый способ определения. Но можно измерить и более точно: можно проводить вертикали от высоких и низких пунктов каждой волны, измерять расстояния этих пунктов до нулевой линии, складывать получающиеся длины, делить на число их и получившуюся величину брать вдвойне. Таким образом вы найдете величину кровяного давления; но и это будет, конечно, не точное определение. Задача долгое время привлекала к себе внимание физиологов, пока здесь не был применен очень удачно прибор Амслера для измерения площадей.

Допустим, что вы хотите определить где-либо среднее кровяное давление. Вы проводите в соответствующих местах вертикали, а затем всю получившуюся площадку, ограниченную кривой давления, нулевой линией и вертикалями, обводите по контуру амслеровским прибором, и у вас получается точное измерение величины этой площади. Величина площади измеряется произведением основания на высоту, а потому если вы хотите узнать среднее давление, то вам достаточно разделить величину площади на длину основания. Ведь среднее давление и есть не что иное, как средняя высота кривой (от нулевой линии), средняя высота очерченной четырьмя указанными выше линиями площади, только увеличенная в два раза.

Сейчас я покажу вам ускоряющий рефлекс на сердце с расширенных легких. Спавшиеся легкие дают, как вы помните, замедляющий рефлекс, и это вы видели хорошо. Ускоряющего же рефлекса мы тогда не видели, потому что, вследствие отравления атропином, пульс был и без того слишком частый. Эта же собака отравлена морфием, пульс у нее довольно редкий, а потому сейчас можно показать и ускорительный рефлекс.

Теперь мы перейдем к характеристике кровяного давления. Только что я рассказал способ, посредством которого можно определить среднее кровяное давление; вы знаете, что давление в артериях все время колеблется, так вот является вопрос, так же ли изменчиво среднее кровяное давление или нет. Надо вам сказать, что эта величина довольно постоянная. Как температура нашего тела есть величина константная, стремящаяся более или менее остаться без изменения, так и среднее кровяное давление в артериях является постоянной величиной, и это постоянство очень оберегается организмом. Это имеет большое значение, потому что колебания этой вели-

чины небезопасны для организма. Вы сами видели, на какую большую высоту поднималась кровь по трубке из артерии; значит, величина кровяного напора большая, и предоставить ей возможность подниматься и опускаться в еще бо́льших размерах очень опасно. Нужны чрезвычайно крепкие стенки, в противном случае сосуды могут не выдержать, что и бывает у старых людей, сосуды которых не обладают уже ни такой растяжимостью, ни такой крепостью, как у молодых. Следовательно, нормально эта величина не должна резко изменяться, и нужно запомнить факт, что величина среднего кровяного давления удерживается на постоянном уровне. Она не должна сильно повышаться, потому что тогда нехватит вместилища для крови и сосуды могут не выдержать напора, но она не должна и сильно падать, потому что уменьшится разница давлений в артериальной и венозной системах и нормальное кровообращение нарушится, что, как вы понимаете, тоже очень опасно для организма. Значит, кровяное давление в артериях характеризуется, с одной стороны, его постоянными колебаниями, с другой же стороны, постоянством, неизменяемостью среднего кровяного давления. Среднее кровяное давление упорно охраняется организмом на постоянном уровне, и я вам только что объяснил, почему это важно.

Перед нами теперь серьезный вопрос: как же достигается неизменяемость среднего кровяного давления? Допустим, что вы долго оставались без питья. Организм беднеет водой, а так как все материалы берутся из крови, то можно представить себе так, что количество крови должно уменьшиться, а вместе с тем должна упасть и величина кровяного напора; на самом же деле этого нет. Так вот перед нами и стоит вопрос: как же достигается постоянство среднего кровяного давления?

Прежде чем заняться рассмотрением этого вопроса, я закончу изложение методики изучения кровяного давления на других отделах кровяного пути. Вы можете известным уже способом точно измерить кровяное давление в артериях, а как же определять его в капиллярах? Тут требуются косвенные методы. Один из них следующий. Вы берете какую-либо часть тела, которая кажется розовой, например губу, потому что в этом месте просвечивает кровь в капиллярах. На такое место кладется тонкая стеклянная пластинка, на нее стерженек с чашечкой, а на чашечку кладется вес до тех пор, пока это место не начнет бледнеть. Это значит, что вес уравновесил напор крови. Конечно, это очень неточное измерение, хотя бы уже потому, что взятый вес стремится преодолеть не только напор крови, но и эластичность тканей, и давление

в капиллярах определяется очень приблизительно. Что же касается вен, так как там давление очень маленькое, то, чтобы не изменять его резко, приходится делать маленькую вариацию трубки. Вместо обыкновенной канюльки берется Т-образная трубка, которая, будучи вставлена в вену, не влияет на прохождение крови.



Лекция двенадцатая

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ В КАПИЛЛЯРАХ. — ВЕНОЗНОЕ ДАВЛЕНИЕ. — СОПОСТАВЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДАВЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ. — РЕГУЛЯЦИЯ ДАВЛЕНИЯ ПРИ КРОВОПОТЕРЯХ И ПЕРЕПОЛНЕНИИ КРОВЯНОГО РУСЛА. — ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ

По порядку мне надо говорить о кровяном давлении в капиллярах. Метод, определяющий здесь величину давления, не допускает получения точных, определенных данных. Капиллярное кровяное давление, помимо своей величины, отличается от артериального и своей чрезвычайной изменчивостью. Дело в том, что как раз перед капиллярами, как вы знаете, находятся маленькие артерийки, снабженные мышечным слоем, то уменьшающим, то увеличивающим их просвет. Поэтому-то давление в капиллярах чрезвычайно зависит от состояния этих артерий, которые, как я уже говорил, играют в полном смысле роль кранов, по остроумному выражению Сеченова. Когда какой-либо орган работает, то его капилляры наполняются кровью, так как открываются эти артерийки, и тогда, понятно, давление возрастает. Этот факт имеется всегда: когда орган работает, то маленькие артерийки, подходящие к нему, расширены, и в капиллярах давление большое, а когда орган отдыхает — артерийки суживаются и могут быть почти совсем закрыты. В этом отношении кровяное давление в капиллярах представляет собой полную противоположность артериальному: там оно постоянно удерживается на одной высоте, в капиллярах же оно сильно варьирует. Что же касается вен, то в маленьких давление находится приблизительно в тех же условиях, что и в капиллярах: когда маленькие артерийки открыты — много крови в капиллярах, много и в маленьких

венах. Но постепенно давление выравнивается, и в больших венах оно уже не варьирует, там оно более или менее постоянное, хотя и не так, как в артериях. В венах давление зависит все-таки довольно сильно от различных условий: от тяжести столба венозной крови, от надавливаний, сжиманий и т. д. Если вы, например, долго стоите, то вы начинаете чувствовать тяжесть в ногах, как говорят — кровь в венах застаивается. Тяжесть оказывает большое влияние на повышение давления в венах. В больших венах огромное значение в этом отношении имеет и давление, возникающее внутри грудной клетки. Но все-таки вены надо поставить в отношении давления на одну доску с артериями, потому что и здесь оно тщательно оберегается, тогда как в капиллярах оно сильно варьирует. Это — относительно среднего кровяного давления. Если же учитывать все быстрые, кратковременные изменения давления, то величина кровяного давления в артериях ни минуты не стоит на одном уровне — постоянно колеблется; давление же в капиллярах и в особенности в венах, наоборот, длительно держится на одном уровне, а не непрерывно колеблется.

Теперь, когда мы изучили весь путь кровообращения, мы можем вернуться еще раз к сопоставлению величин кровяного давления на этом пути. Как я уже говорил, давление, начиная с аорты, вдоль всего пути кровообращения вплоть до истока крови в правое предсердие постоянно падает, и это падение представляет в разных местах различную картину. Оно падает не равномерно, а скачками. Если вы будете испытывать давление в различных местах артерии, то не заметите почти никакого падения давления. В arteria cruralis, например, давление почти такое же, как и в аорте. А если вы от места перед маленькими сократительными артериями сразу перейдете к капиллярам, то вы увидите, что давление сильно, очень сильно упало. Ну, допустим, у собаки давление в артериях 130—140 мм ртутного столба. До маленьких артерий оно падает на какие-нибудь 5—6 мм, в маленьких артериях давление сильно падает, в капиллярах оно колеблется около 20—40 мм, а в венах составляет только 10—20 мм; это, конечно, в маленьких венах, в больших же оно падает еще больше и делается ниже атмосферного. Запомните этот факт неукоснительного падения давления, потому что иначе может получиться путаница: сейчас мы изучаем кровяное давление, и оно изменяется в различных отделах кровеносной системы именно так, как я описывал, — падает на всем протяжении пути кровообращения, а завтра я буду говорить о другой величине, о скорости тока крови, которая изменяется совсем иначе. Это — две со-

вершенно разные величины, не надо спутывать их. Вы должны хорошенько запомнить, что кровяное давление неукоснительно падает.

Я проделаю сейчас опыт с ускоряющим рефлексом на сердце с расширенных легких. Собака отравлена морфием. Вот запись кровяного давления. Я раздуваю легкие, и получается ясное ускорение работы сердца. Повторяю опыт. Опять то же самое: совершенно ясный рефлекс с расширенных легких.

Я воспользуюсь сейчас случаем, чтобы показать вам на этой собаке, что среднее давление в артериях стоит постоянно на одном уровне, что организм стремится поддержать кровяное давление неизменным. По этой записи вы видите, что величина среднего давления не изменяется, но вот мы сделаем следующий опыт.

Я выпущу у собаки большое количество крови, посмотрим, что произойдет с давлением. Собака весит 28 кг, значит, в ней приблизительно 2 кг крови. Мы выпустим пятую часть всей этой крови. Выпускаем 400 куб. см. Вы видите, давление сразу упало со 135 до 90, но вот уже теперь снова поднялось до 120 мм. Теперь оно уже возвращается к норме. Несмотря на то, что мы извлекли из кровяного вместилища пятую часть всей крови, давление все же быстро поднялось. К моменту выпуска крови давление было 135 мм, затем оно сразу упало до 90 мм, но сейчас же вернулось к норме. А теперь мы попытаем другое, сделаем обратный опыт: мы в сосудистую систему собаки вольем не только то, что мы взяли из нее, но и сверх того еще много жидкости, и вы увидите, что давление опять-таки почти не изменится. Вот здесь вы видите, что вся потеря крови чем-то возмещается, давление опять возвращается к норме. Потом мы будем разбираться в вопросе, каким же образом это происходит.

А теперь будем вливать в вену жидкость, причем вливать надо в вену, находящуюся подальше от сердца, потому что в противном случае сердце может не выдержать переполнения. Вливать надо, кроме того, очень осторожно и понемногу. Сейчас вы увидите вторую половину этого опыта. Кровяное давление остается постоянным, несмотря на резкие перемены в количестве крови.

Как же приспособляется организм? Вы помните, когда мы рассматривали схему, я обращал ваше внимание на артериальный манометр, и вы видели, что различная деятельность сердца вызывает и различные колебания манометра. Вы знаете, что деятельность сердца может чрезвычайно варьировать. Так вот, можно себе представить, что когда, в силу каких бы то ни было

физических условий, давление должно упасть, то это падение может быть преодолено усиленной работой сердца. Следовательно, удары сердца должны быть или чаще, или, если той же частоты, то резче, сильнее. После этого опыта мы посмотрим, как отзывается на кровяном напоре изменение деятельности сердца.

Ну вот, теперь мы вливаем в вену жидкость. Обратите внимание на то, какой редкий стал пульс. Мы уже прибавили 200 куб. см. Сейчас мы еще возвращаем старую массу жидкости, то, что было вылито. Вот уже влиты все 400 куб. см, взятые от собаки раньше, дальше пойдет уже добавление сверх этого. Теперь — 200 куб. см сверх нормы. Сейчас угрожает переполнение кровяного русла и сердце начинает биться редко, а потому и не так быстро переводит кровь из венозной части в артериальную.

Другое, чем достигается постоянство давления в артериях, — это деятельность маленьких артерий, которые соответствуют зажимам на схеме, они расширяются при переполнении кровяного русла. Если бы и сердце не изменяло своей деятельности и величина препятствий в мелких концевых артериях оставалась той же, то при потере крови давление должно было бы сильно упасть, но этого никогда не бывает, потому что и сердце начинает работать чаще и сжимаются предкапиллярные артерийки. Значит, второй быстрый прием, которым достигается поддерживание артериального давления на определенном уровне, есть изменение просвета упомянутых артерий. В организме применяется, кроме этих двух быстрых способов, и более медленный, а именно выработка жидкости самим организмом — при сильной кровопотере поступает в кровеносные сосуды жидкость, выделяемая из тканей. Но это уже более затяжной прием.

Мы влили теперь уже 800 куб. см, а давление остается все тем же. Оно стоит здесь даже на 10 мм ниже благодаря чрезвычайно редкому пульсу. Факт совершенно ясный: выливайте много жидкости или приливайте — давление не изменится сильно, оно стремится сохранить свою первоначальную величину. Вот теперь уже целый литр влили.

Я сейчас попытаюсь ускорить деятельность сердца. Покажу вам то, что вы уже видели на схеме. Когда я действовал насосом на схеме, то я производил разность давлений в правой и левой половинах схемы — в артериях и венах. В правом манометре отражалось большое положительное давление, в левом — отрицательное. Когда я прекращал работу насосом, то вы видели, что в правом манометре ртуть понижалась,

а в левом начинала повышаться; стало быть, движение крови происходило и после того, как я перестал работать насосом. В правой половине кровь была в растянутых трубках, и по прекращении работы стенки этих трубок сокращались и проталкивали жидкость. То же самое вы увидите и здесь: когда я остановлю сердце, индукционным током раздражая вагус, то кровь медленно будет переходить из артерий в вены. Значит, и здесь кровь растягивает стенки артерий, а когда сердце перестает работать, то стенки спадаются и проталкивают кровь в вены. Сейчас я достану блуждающий нерв. Перерезаю его, вы видите, биение сердца сильно участилось, так как перерезкой нерва я отчасти отнял возможность замедления работы сердца; остался еще второй вагус, но он один уже не справляется. Вы видите, как с учащением сердцебиений поднимается давление. Ну вот, я раздражаю вагус, и сердце останавливается, вы видите, как давление сразу начинает падать. Остановкой сердца я прекратил доступ крови из вен в артерии, но кровь все же понемногу проталкивается из артерий в вены.

Теперь я, раздражая вагус слабее, только замедляю работу сердца; давление падает не так резко. Давление, которое организм мог держать при действии одного вагуса, было 150; теперь же, когда я замедляю работу сердца, раздражая второй вагус, давление упало до 110.

Ну, а сейчас я покажу вам венозное давление; оно, по всей вероятности, будет меньше атмосферного. Я хочу показать вам только, что это давление не представляет таких постоянных колебаний, как давление артериальное, оно дает почти прямую линию. Сейчас мы пользуемся двумя манометрами, и можно сразу записать оба давления — и артериальное и венозное.

Ну вот, вы видите, это перо пишет артериальное давление — выше нулевой линии в виде зубчатой кривой, а вот это перо ниже нулевой пишет совершенно прямую линию. Вы знаете теперь, как распределяется и как колеблется кровяное давление на всем протяжении кровеносной системы.

Вторая очень существенная величина — быстрота, с которой кровь движется по системе кровеносных трубок, скорость движения крови. Первый вопрос, который возникает здесь, — методический вопрос: как определять скорость движения крови, какие приборы употребляются для этой цели? Для этого существует несколько приемов, причем для различных отделов кровеносной системы — разные приемы. Один из первых и точных приборов для определения массы крови, проходящей через поперечный разрез в единицу времени, — прибор

Людвига, людвиговские кровяные часы. Я их вам сейчас покажу. Два стеклянных сосуда грушевидной формы соединены вверху стеклянной трубкой, от которой вверх идет отводная трубка. Эти сосуды кончаются внизу металлическими кружочками, которые накладываются еще на другие металлические кружочки; эти кружочки переходят в металлический массив. Через этот массив и через кружочки проходят два отверстия от грушевидных сосудов. Эти отверстия соединяются с двумя частями артерии. Вот здесь ось, которая допускает вращение этих сосудов на 180°. В этом вот грушевидном сосуде находится масло, здесь же физиологический раствор поваренной соли. Я ввязываю эту трубку в артерию, стало быть, этот конец артерии имеет прямое сообщение с этим сосудом, а этот — с другим. Я отпускаю зажим, державший артерию, и тогда кровь входит в этот сосуд, выталкивая масло, которое в свою очередь выталкивает раствор соли. Как только все масло перейдет из этого баллона в этот, прибор поворачивается на 180°, и у вас снова первоначальное положение, только вместо соли у вас кровь. Зная объем баллона и время его наполнения кровью, нетрудно определить и скорость ее движения. Такой опыт будет показан вам завтра. Это один из самых старых приборов, сохранивший, однако, свое значение и до сих пор. Вместе с Людвигом первый работал с этим прибором русский профессор Догель, которым и были получены самые точные результаты.

Так определяется скорость в больших сосудах. Что же касается капилляров, то там, конечно, нельзя ввести никаких трубок. Там применяется лишь метод непосредственного наблюдения, что вполне возможно. На тонкие просвечивающие части тела наводят микроскоп и наблюдают прямо глазом движение кровяных шариков. Вещь очень простая, а между тем я часто замечал, — уж не знаю, чем это объяснить, — что людвиговские часы запоминают, а вот наблюдения глазом движения крови по капиллярам — нет. Возможно, что это происходит оттого, что мы не демонстрируем здесь такого опыта.





Лекция тринадцатая

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ. — СОСУДОСУЖИВАЮЩИЕ И СОСУДОРАСШИРЯЮЩИЕ НЕРВЫ

Вчера я познакомил вас со способами, которыми определяют скорость движения крови. Теперь надо поговорить о результатах применения этих методов. Вот какой общий закон распределения скорости движения крови. Самая большая скорость наблюдается в начале пути кровообращения — в аорте, самая маленькая — в капиллярах, а между ними — средняя скорость, причем в конце вен скорость приближается, но не доходит до скорости артериальной. Колебания в скорости очень большие: в аорте скорость равна одному метру в секунду, а в капиллярах только одному миллиметру. Не забывайте: давление непрерывно падает на всем протяжении пути кровообращения, а в скорости совершенно особые соотношения: сначала скорость очень велика, затем сильно падает, в капиллярах она совсем мала, а затем опять возрастает, приближаясь у впадения вен в сердце к аортальной, но не доходя до нее. Величин давления и скорости нельзя смешивать, а надо помнить разницу между ними.

Следующий вопрос: как же понять эти отношения, почему скорость распределяется именно так? Общее основание для объяснения заключается в размерах кровяного ложа. В самом узком месте пути кровообращения — в аорте — самое сильное движение, в местах с самым широким суммарным разрезом — в капиллярах — движение очень медленное. Помните, я указывал вам, какая громадная разница между суммарным разрезом капилляров и разрезом аорты; так вот, скорость движения крови и соответствует ширине пути в различных местах общего кровяного русла. В самом узком месте — самое быстрое

течение. Понять это очень просто, стоит только обратиться к схеме. Возьмемте трубку, имеющую в разных местах различные диаметры. Она сплошь заполнена водой: если в один конец трубки вливается с известной быстротой вода, то через поперечный разрез трубки, широк он или узок, проходит во всех участках трубки одинаковое количество жидкости. А это возможно только при условии, что жидкость в узких местах течет гораздо быстрее, чем в широких. Ведь ясно, что в одну и ту же единицу времени и здесь и там проходит одинаковое количество жидкости, а достигается это различной быстротой движения. То же самое происходит и в организме. В самом узком месте — в аорте — кровь движется быстрее всего, в самом широком — в капиллярах — всего медленнее. Понятно, что, когда капилляры начинают складываться в вены, суммарный поперечный разрез их уменьшается и скорость возрастает. Следовательно, скорость движения крови в различных местах пути обратно пропорциональна ширине пути. Вот самые существенные данные. А затем этот факт может быть объясняем и тем, что в артериях и венах кровь движется специально для того, чтобы перейти из одного отдела кровеносной системы в другой, в капиллярах же кровь вступает в обмен с органами, отдает тканям свое содержимое и уносит с собой уже не нужные для организма вещества. Вполне понятно, что кровь здесь должна быть дольше, должна двигаться медленно. И мы, действительно, видим, что кровь медленнее всего движется в капиллярах.

Чтобы определить, во сколько времени делает кровь полный оборот, поступают так: у животного подрезают вену, в один конец вводят краску и затем отмечают ее появление с другого конца. Эта скорость определяется приблизительно в 20 секунд. Что касается колебаний величины скорости в различных местах, то в больших сосудах она довольно равномерна, так что колебания хотя и существуют, но они постоянно возвращаются к определенной величине. В капиллярах же скорость подлежит большим и постоянным колебаниям. Вы увидите это следующий раз на опыте. Помните, я говорил вам, что «краны» — маленькие артерии перед капиллярами — могут сжаться почти до полного закрытия просвета и, наоборот, могут довольно сильно расширяться, делая проход относительно очень широким. Если эти «краны» открыты, крови поступает много, скорость движения увеличивается; наоборот, если они закрыты, то крови протекает мало и движется она медленнее. Итак, в капиллярах и в венах наблюдается большая смена скоростей. Вот основные данные, которые вам нужно знать для понимания дела.

Затем, чтобы покончить с этим вопросом, надо показать вам еще разницу между большим и малым кругами кровообращения. Как вы знаете, они отличаются уже и своими размерами. Соответственно их величине и «насосы», стоящие в начале каждого из них, различны. Левый желудочек, находящийся в начале большого круга, имеет более толстые, сильные стенки, он гораздо массивнее правого, который стоит у начала малого круга кровообращения. Давление в малом круге слабее: аортальное давление, например, в несколько раз больше давления в легочной артерии, где оно достигает 30—40 мм. Вот в самых общих чертах движение крови по кровеносной системе.

Затем у нас еще остается чрезвычайно важный пункт, при помощи которого мы уясним и некоторые данные о деятельности тех артериальных «кранов», о которых я вам много говорил. Как уже вы можете себе представить, в кровеносной системе имеются две активных части кровообращения: во-первых, сердце как насос, а во-вторых, артериальные «краны», которые определяют движение крови и влияют на наполнение ею каждого органа в зависимости от его состояния. Для того чтобы обе указанные активные части правильно выполняли свою задачу, их деятельность должна быть тщательно регулируема. С регулированием работы сердца мы уже достаточно познакомились, нам остается только рассмотреть регулирование нервной системой сосудистых «кранов». Изучение этого чрезвычайно важно — ведь состояние кровообращения каждого отдельного органа зависит от этих «кранов». Кровь или отливает, или приливает к каждому органу, смотря по состоянию этих «кранов», а потому врачу очень важно знать их, так как такие приливы крови очень частый факт.

Для того чтобы оценить значение сосудистых «кранов» и их иннервации, я расскажу вам сейчас основной факт, касающийся распределения крови в органах. Дело в том, что крови в теле нехватает для одновременной работы всех органов, и здесь применяется поэтому принцип преимущественного снабжения работающих органов: кровь приливает в большом количестве к тем органам, которые работают в данное время. Это основной факт, и вы должны его хорошо запомнить. Перенос крови, ее распределение между разными органами и их частями производится исключительно этими «кранами». Следовательно, нервы, идущие к артерийкам, и регулируют распределение крови: где орган в покое — там крови мало, где работает — много. Это существеннейший пункт, самая живая физиологическая действительность, и ее нужно твердо запомнить.

Переходим к опыту. Вот здесь у собаки пристроен тот самый прибор, который я вам вчера описывал, — часы Людвига. Артерии пока зажаты, и прибор сейчас не работает. Вы увидите, что, когда мы отпустим зажим, кровь будет толкать перед собою масло, а масло — подкрашенный раствор соли. Затем, когда все масло перейдет из одной половины часов в другую, мы повернем прибор на 180°, и снова получится начальное положение.

Вернемся к вопросу об иннервации кровяных сосудов и специально тех маленьких предкапиллярных артерий, которые играют роль кранов. Если наблюдается местное изменение кровообращения, то несомненно должны быть и местные причины этого. Мысль о возможности местного регулирования кровообращения возникла уже давно, но лишь недавно этот факт установлен окончательно. В начале пятидесятых годов прошлого столетия Клод Бернар проделал опыт, который не оставлял никакого сомнения в том, что кровеносные сосуды находятся под влиянием центральной нервной системы. Опыт Клода Бернара, с которого начался этот важный отдел кровообращения, основывался на том, что у кролика, благодаря тонкости его ушей, отлично можно наблюдать в них приливы и отливы крови. Опыт заключается в следующем. Если перерезать на одной стороне шеи у кролика симпатический нерв, то в ухе этой же стороны кровеносные сосуды расширяются и ухо становится интенсивно красным от большого количества крови. Это бывает очень хорошо заметно при сравнении с другим ухом. Из такого факта мы заключаем, что в симпатическом нерве имеются волокна, которые суживают маленькие артерии и мешают крови попадать в капилляры. Если наше толкование верно, то надо ожидать, что при раздражении периферического конца нерва должно получиться явление, обратное тому, что было раньше, т. е. после перерезки нерва: кровообращение в ухе на оперированной стороне должно уменьшиться, а ухо должно побелеть. Так это и есть: перерезали нерв — ухо переполняется кровью, раздражаете его — оно бледнеет.

Спустя несколько лет тот же Клод Бернар открыл нервы, имеющие совершенно противоположную функцию. Хотя указания на них были и раньше у Шиффа, но совершенно независимо от него этот факт открыл во второй раз Клод Бернар. Первые нервы были названы сосудосуживающими, вторые — сосудорасширяющими.

Сейчас я покажу вам сосудорасширяющий нерв и его действие. Эта собака отравлена кураре. Мы будем раздражать n. lingualis, и вы увидите, что такое раздражение каждый раз

будет вести к гиперемии языка. Здесь мы поступим иначе: будем следить за истечением крови из вен. Посмотрим, как льется кровь до раздражения и после него. Трубка вставлена в вену языка, и вы видите, что кровь из нее еле каплет. Я раздражаю нерв, и вы видите, что кровь начинает вслед за этим литься довольно сильной струей. Я перестал раздражать, и кровь опять течет медленно, вот уже еле каплет. Совершенно ясно, до какой степени я управляю при помощи нерва скоростью кровообращения в языке. Таково действие нерва, раскрывающего артерийки. Ну, а сосудосуживающие нервы я покажу вам в другой раз.

Что касается методов наблюдения, относящихся к изучению иннервации сосудов, то применяются самые различные приемы. Два из них вы знаете: непосредственное наблюдение на ухе кролика и определение по количеству вытекающей крови. Затем очень легко констатировать прилив крови по температуре. Вы можете обернуть ухом кролика термометр и по указанию его судить о количестве теплой крови. Если вы раздражаете сосудосуживающий нерв, то ртуть упадет, потому что вы этим прекращаете приток крови; если же вы будете раздражать сосудорасширяющий нерв, то ртуть от прилива теплой крови поднимется. Есть еще способ наблюдения, основанный на изменении кровяного давления. Этот способ подтверждает ту схему, которую я вам показывал. Вы помните, как изменялось давление, когда я прикручивал зажимы. То же самое и здесь: если вы будете раздражать не местный нерв, влияющий на большое число сосудов, то, наблюдая за какой-либо большой артерией, например за a. carotis, вы заметите сильное повышение давления.

Вот следующий опыт. Я достаю и перерезаю у кролика симпатический нерв. Вы замечаете, как ухо краснеет. Сейчас это не очень еще заметно, потому что у кролика покраснело другое ухо. Но вот сейчас нормальное ухо стало бледнеть и разница стала довольно заметной. Теперь, если приложить руку к обоим ушам, то ясно чувствуется, что ухо на оперированной стороне гораздо теплее. Начинаю раздражать нерв, и вы видите, что ухо бледнеет; перестал раздражать — ухо опять покраснело. Раздражаю — оно снова бледнеет, но такое побледнение не удовлетворяет меня: ухо может сделаться совсем белым, как бумага, а этого здесь нет. Впрочем, здесь местами довольно ясно заметно побледнение, особенно по крупным сосудам. Я все-таки покажу вам это еще раз.

Лекция четырнадцатая

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ СОСУДОСУЖИВАЮЩИХ И СОСУДОРАСШИРЯЮЩИХ НЕРВОВ

Сегодня я займу вас главным образом историей открытия сосудосуживающих и сосудорасширяющих нервов. Это отдел вполне законченный, и поэтому история их открытия весьма поучительна и характерна.

Мы видели прошлый раз, что благодаря Клоду Бернару и Шиффу был установлен общий факт, что кровеносные сосуды находятся под влиянием нервов двух сортов. Одни из них суживают мелкие артерии, другие же, наоборот, ведут к тому, что кровь свободно попадает в капилляры. Вы видели это на опыте при раздражении n. lingualis. Кровь при раздражении нерва начинала вытекать очень сильно, тогда как до этого она еле-еле капала. Затем вы видели и действие сосудосуживающего нерва: при перерезке у кролика на одной стороне симпатического нерва ухо этой же стороны сильно краснело, а раздражая нерв, мы заставляли ухо бледнеть. Так вот, оба эти нерва — и сосудосуживающий и сосудорасширяющий — были открыты в течение очень короткого промежутка времени. Что касается сосудорасширяющих нервов, то впервые их действие было показано Клодом Бернаром не на нерве языка, а на другом нерве. Он показал сначала, что chorda tympani, которую вы знаете как нерв, вызывающий секрецию слюнных желез, есть и нерв сосудорасширяющий. В 1854 г. он показал, что при ее раздражении кровь из надрезанной вены железы начинает течь гораздо сильнее. Дело, таким образом, сразу приняло благоприятный оборот: стали известны оба регулятора одного органа.

Сосудосуживающие нервы очень скоро нашли и на других частях тела. Понятное дело, эти нервы стали изучать многие

работники, были применены все методы, и поэтому очень скоро было установлено существование во многих частях тела сосудосуживающих волокон: в какие-нибудь десять лет были найдены почти все нервы.

Совсем другое получилось с сосудорасширяющими нервами. Как ни старались физиологи обнаружить присутствие сосудорасширяющих волокон, им это никак не удавалось. За 20 лет к этой хорде, несмотря на отчаянные усилия многих физиологов, были присоединены только два нерва: n. lingualis и n. errigens; получалось впечатление, что сосудосуживающие нервы повсюду, а сосудорасширяющих нет. Надо сказать, что в таких случаях много значит логика. Здесь не было никакого основания думать, что таких нервов больше нет, вернее было полагать, что что-нибудь мешает открыть их. Но факт был налицо: кроме трех мест, таких нервов нигде нельзя было показать. Однако в начале семидесятых годов Гольц вдруг выявил сосудорасширяющие нервы в таких местах, где они раньше не были известны. Он сообщил, что если перерезать n. ischiadicus, а затем раздражать его, то у вас получается явное расширение сосудов. До того времени все знали и видели, что n. ischiadicus есть нерв сосудосуживающий. И вдруг у Гольца непонятным для него образом получилось, что n. ischiadicus, наоборот, является совершенно ясным сосудорасширяющим нервом. Гольц написал статью, в которой подробно описал результаты своего опыта. Но ученики его, которые работали тогда у него в лаборатории, один — Тарханов, а другой — молодой бельгиец, на тех же животных, на которых работал и Гольц, получили совершенно обратные результаты. В высшей степени курьезная история. И никто не мог объяснить, почему в опытах Гольца при раздражении кровь течет сильнее, а в опытах его учеников — медленнее и даже совсем останавливается. Гольц предложил им опубликовать свои работы, и вот после работы учителя в печати появилась работа учеников, в которой они утверждали, что n. ischiadicus есть нерв сосудосуживающий, а не сосудорасширяющий.

После их отъезда Гольц снова принялся за исследования и написал вторую статью, утверждающую, что все-таки он прав. Однако со стороны оказалось виднее, и сразу в двух лабораториях сообразили, в чем тут дело. Факты были до такой степени очевидны, что их надо было признать и, следовательно, надо было только найти им истинное объяснение.

Дело в том, что Гольц поступал так: он перерезал n. ischiadicus и оставлял собак в покое на несколько дней, затем раздражал и получал сосудорасширяющий эффект; ученики же

его поступали иначе — они раздражали этот нерв сейчас же после перерезки, и у них получалось, что n. ischiadicus — нерв сосудосуживающий. Другие наблюдатели, которые обратили на это внимание, проделали то же самое у себя в лабораториях и получили совершенно такие же результаты: если они раздражали нерв сейчас же после перерезки, то у них получалось, что n. ischiadicus — сосудосуживающий нерв; если же раздражали его через несколько дней, — то он являлся нервом сосудорасширяющим. Они решили, что это происходит потому, что в одном и том же анатомическом нерве находятся оба рода волокон, и, следовательно, это условие их разделяет. Дело надо понимать так: когда вы имеете нервный пучок, в котором находятся оба рода волокон, то сразу при раздражении берут перевес сосудосуживающие нервы, если же вы оставите на несколько дней этот пучок в покое, то дальше лучше выживают сосудорасширяющие нервы и тогда при раздражении получается гиперемия сосудов. Вот в чем оказалось дело. Значит, в одном и том же стволе находятся противоположные по функциям нервы и один из них затемняется другим.

Вскорости были выявлены и другие характерные черты сосудорасширяющих нервов. Одна из этих черт была показана тем же Гольцем. Он, желая доказать реальность сообщенных им фактов, применял, помимо электрического, еще и механическое раздражение. Оказалось, что в этом случае расширение сосудов выступает и сейчас же после перерезки. Следовательно, нервы сосудосуживающий и сосудорасширяющий по-разному относятся к различным раздражениям. Кроме того, он показал, что и электрический ток может вызывать действие сосудорасширяющих нервов. Если мы будем раздражать нерв частым индукционным током, то берут перевес сосудосуживающие нервы, если же раздражать током более редким, то начинают действовать сосудорасширяющие волокна.

Но ведь можно сказать, что это немного фантастическое толкование всех приведенных фактов. Как же придать нашим объяснениям реальность, каким образом доказать, что все эти толкования действительно верны? Доказать справедливость данных объяснений очень просто; для этого надо обратиться к такому органу, к которому сосудосуживающие и сосудорасширяющие нервы подходят в разных стволах. Так и было сделано. Все эти явления можно отлично видеть на подчелюстной слюнной железе. Она имеет сосудорасширяющие волокна в chorda tympani, а сосудосуживающие — в n. sympathicus. На двух нервах, идущих по различным путям, можно совершенно легко проверить те свойства, какие приписываются

этим двум родам нервов. Если вы берете редкие удары индукционного тока, то вы получите сильное действие chorda tympani и не получите раздражения сосудосуживающего нерва. Дело оказалось совершенно ясным, и загадка, так долго занимавшая умы физиологов, была окончательно разгадана; все объяснилось очень просто. Если вы те же способы раздражения примените в других местах, на других нервах, то вы во многих случаях откроете эти волокна. История очень поучительная, и я хотел бы, чтобы она была вами вполне усвоена. Многие авторы изучали различные нервы тела, и теперь можно с уверенностью сказать, что все сосуды тела находятся под управлением сосудосуживающих и сосудорасширяющих нервов.

Надо сказать, что были области, где не все в этом отношении было ясно. Это кровеносные сосуды сердца, кровообращение легких и мозга, но там затруднение заключалось в трудности наблюдения. В настоящее время надо считать общеустановленным фактом, что маленькие артерийки, находящиеся перед капиллярами, все управляются этими двумя родами нервов. Понятно, что такие нервы должны приводиться в действие смотря по обстоятельствам; в интересах местного или общего кровообращения действуют то те, то другие нервы.

Следовательно, теперь по порядку должна итти речь о физиологических раздражителях этих нервов. Вы знаете, что раздражения обычно происходят в двух местах: или в нервном центре — внутреннее автоматическое раздражение, или же раздражается периферический конец нерва, и раздражение идет по центростремительным нервам — рефлекторное раздражение. Завтра вы увидите, до какой степени легко показать рефлекс на сосудосуживающие нервы. Форма опыта такая: какой-нибудь кровеносный сосуд, ну, например, arteria cruralis, соединяется с манометром, затем перерезается n. ischiadicus и раздражается его центральный конец, в результате получается очень сильное повышение кровяного давления. Значит, раздражение идет в центр сосудосуживающих нервов, оттуда передается предкапиллярным сосудам; они суживаются, в артериях скопляется кровь, что и ведет к повышению давления. Такой же результат можно получить и от воздействия других нервов на другие сосуды.



Лекция пятнадцатая

ПРЕССОРНЫЕ И ДЕПРЕССОРНЫЕ НЕРВЫ

Вы уже знаете, что маленькие кровеносные сосуды мышечного типа снабжены нервами двух родов: сосудосуживающими и сосудорасширяющими. Этот факт вы видели и убедились в нем лично. Теперь возникает вопрос: какова физиологическая деятельность этих нервов? Легко убедиться, благодаря разным опытам, в том, что, смотря по обстоятельствам, в работе участвуют или одни нервы, или же другие. Один из таких опытов вы уже видели: у кролика с перерезанным шейным n. sympathicus с левой стороны сосуды левого уха были расширены гораздо больше, чем сосуды правого. Мы тогда сделали вывод, что n. sympathicus является сосудосуживающим нервом. Но этот же опыт показывает и физиологическую работу симпатического нерва: до перерезки он суживал сосуды, а после перерезки его действие уничтожилось, исчезло.

Подобные опыты вы можете поставить в разных местах организма и убедитесь в том, что в работе находится то один род нервов, то другой. Возьмем, например, язычный нерв — n. lingualis. Как убедиться в том, что в данный момент этот нерв находится в работе? Как нужно поставить опыт? Так как в язычном нерве резко выступает его сосудорасширяющее действие, то, очевидно, нам нужно взять орган сильно гиперемированный, взять его в то время, когда будет налицо работа сосудорасширяющих нервов. Всем известно, что собака в жаркий летний день широко раскрывает рот и высовывает язык, который в это время бывает очень красный от расширения сосудов. Кроме того, для регулирования теплоотдачи у собаки течет обильная слюна, так как у собаки нет потовых желез и охлаждение тела не может быть достигнуто через потение. У людей же в жаркую пору краснеет лицо и течет пот. Подроб-

нее об этом я буду говорить позже. Теперь для нас важно лишь то, что у собаки при повышенной температуре окружающего воздуха наблюдается гиперемия сосудов языка, т. е. у нее в это время действуют сосудорасширяющие нервы. Следовательно, если перерезать у такой собаки с одной стороны n. lingualis, то одна половина языка должна побледнеть, а другая останется красной. Это будет опыт, противоположный опыту с ухом кролика. Там мы имели дело с действующим сосудосуживающим нервом, и перерезка его вела к расширению сосудов; здесь же будет действовать сосудорасширяющий нерв; перерезая его, мы получим сужение сосудов. Итак, значит, через различные опыты можно убедиться в том, что в данный момент работают или сосудосуживающие нервы, или сосудорасширяющие.

Посмотрим теперь, как провести опыт с n. ischiadicus. В нем, как вы слышали, есть оба рода волокон. После того, что я вам сообщил, легко догадаться, что в существовании двух родов волокон можно убедиться не только путем раздражения нерва, как мы делали, а и путем перерезки. Если у собаки с гиперемированной кожей сделать перерезку n. ischiadicus, то сосуды на одной ноге станут менее гиперемированы, чем на другой, где нерв не перерезан. Объясняется это тем, что в это время работали сосудорасширяющие нервы и перерезкой нерва на одной ноге мы уничтожили там эту работу. Если же взять собаку, находящуюся в условиях пониженной температуры и перерезать у нее n. ischiadicus, то нога покраснеет. Ясно, что в этом случае у собаки действовали сосудосуживающие нервы. После же перерезки нерва сосудосуживающее действие будет прервано и нога поэтому покраснеет.

Я нарочно останавливаюсь на этом так подробно. Для вас очень важно уметь свободно разбираться в физиологических фактах, привыкнуть физиологически думать. Если вы не научитесь этому теперь, когда у вас все в руках, все упрощено, то как же вы будете думать у постели больного человека? Там вам придется быстро охватывать всю сложнейшую связь органов, принимать во внимание всю совокупность фактов. А поэтому практикуйте себя на понимании физиологических явлений сейчас, пока это можно. Потом будет некогда.

Итак, факты простые. Существует два рода нервов: сосудорасширяющие и сосудосуживающие. Опыты, аналогичные тем о которых я вам рассказывал, можно поставить на многих органах. И факты покажут, что все органы бывают то под действием одних нервов, то под действием других.

Теперь мы должны ответить на вопрос, который я поставил вчера. Именно: благодаря каким условиям тот или другой нерв вводится в физиологическую работу? Это, следовательно, будет вопрос о действии различных раздражителей. Раздражители, как известно, могут быть двух родов: или такие, которые прикладываются к периферической части нерва, или такие, которые прикладываются к центральной его части. Я начну с рассмотрения раздражения центральных концов нервов.

Первый, очень простой факт, который сделался известным в этом отношении, был следующий. Какой бы вы чувствительный нерв ни взяли, если вы перережете его и станете раздражать центральный конец, то получите повышение кровяного давления. Происходит это потому, что раздражение, вошедшее в центральную нервную систему, перебрасывается на соответствующие нервы, уже центробежные, и вызывает сужение артерий, а это последнее вызывает повышение кровяного давления. Этот факт напоминает зажимание резиновой трубки в той схеме кровеносной системы, которую я вам показывал на первых лекциях. Тогда вы видели, что стоило нам зажать трубку, закрыть, так сказать, кран, как давление резко повышалось. Я вам тогда же говорил, что все, что вы видите на схеме, вы целиком увидите и на живом организме, конечно в более сложной форме. Теперь я могу показать вам все это на живом организме. В маленьких артериях имеются, как вы знаете, «краны», благодаря которым артерии то расширяются, открываются для притока крови, то суживаются, закрываются. «Приводы» к этим «кранам» теперь в моих руках, и я все факты вам покажу.

Я повторяю. Первый факт, факт самый простой и часто встречающийся, — тот, что какой бы нерв (центральный его конец) вы ни раздражали, вы получите одно и то же: повышение кровяного давления. Но здесь обращает на себя внимание одно обстоятельство. Ведь нервы имеются двух родов: сосудосуживающие и сосудорасширяющие, а между тем при раздражении мы получаем рефлекс только на сосудосуживающие нервы. Возникал вопрос: почему же никогда не наблюдается обратного действия, не получается падения кровяного давления? Или иначе: почему не удается получить рефлекса на сосудорасширяющие нервы?

Этот странный факт оставался фактом до тех пор, пока не был опровергнут другим фактом, полученным бывшим представителем этой кафедры — Ционом. Цион в это время работал в лаборатории Людвига и опубликовал свою работу по этому вопросу вместе с Людвигом. Циону удалось впервые показать

обратные рефлексы и получить при подобном раздражении понижение кровяного давления.

Нерв, с которого получался рефлекс на сосудорасширяющие нервы, был найден между сердечными ветвями. Это очень тоненький нерв, самый тонкий из тех, какие приходится препаровать физиологам. У кролика он лежит анатомически отдельно. Цион обратил на него внимание, попробовал его раздражать и получил известный эффект. Нерв этот идет от аорты, или, как говорили раньше, от сердца. Назван он был depressor cordis. Presso — значит давлю, de — уменьшаю, понижаю. В переводе depressor будет значить — нерв, понижающий давление. Нервы противоположного действия называются pressor, прессорными нервами, увеличивающими давление.

Открытие депрессора произвело большое впечатление в кругу физиологов, потому что в нем резко выступило принципиально новое действие по сравнению с нервами, известными раньше. Нужно заметить, что статья Циона была написана очень живо и хорошо; кроме того, было в ней одно выражение, подчеркивающее механическую деятельность сердца. Depressor cordis был там назван «предохранительным клапаном сердца». Вы знаете, что в паровых котлах имеются специальные предохранительные клапаны, и роль их для вас понятна. Нечто похожее имеется и в сердце в виде депрессора. Следовательно, если сердцу в силу каких-либо условий приходится много работать, так что сильно повышается кровяное давление и предстоит опасность разрыва или сосудов, или даже и самого сердца, тогда раздражаются концы этого депрессора, сосуды расширяются, понижается давление и кровь свободно проходит в вены.

Эти факты мы вам сейчас покажем.

Теперь возникает дальнейший вопрос: одно ли сердце обладает такими чувствительными нервами, которые связаны с сосудорасширяющими нервами, или нет? Можно ли получить рефлекс на сосудорасширяющие нервы и с других частей организма, или же подобные рефлексы есть исключительная принадлежность сердца? В настоящее время надо признать, что нервами, подобными депрессору сердца, обладают и другие органы. Впервые это было показано тем же Ционом, вступившим по этому вопросу в полемику с Гейденгайном. Цион допускал, что и в других органах есть нервы, как прессорные, так и депрессорные, но первые заслоняют действие вторых в обычных условиях опыта. Свое предположение Цион доказал. Он взял кролика и отравил его хлоралгидратом — ядом, парализующим сосудосуживающие нервы. Отравив таким

образом кролика, он начал раздражать n. ischiadicus и получил результат, обратный тем, которые были наблюдаемы прежде. Именно, он получил отчетливое понижение кровяного давления. На основании этого опыта следует признать, что депрессорные рефлексы можно получать не только с сердца, но и с других частей организма. Разница лишь та, что в сердце прессорные и депрессорные волокна анатомически разделены, благодаря чему эффект получается чистый, ничем не заслоненный. В других же органах оба рода волокон идут вместе, получается борьба антагонистических нервов и видно действие только одного из них.

Итак, в настоящее время, после всех опытов, поставленных в этом направлении, надо сказать, что рефлекторное раздражение существует как на центр сосудосуживающих нервов, так и на центр сосудорасширяющих нервов.

Дальнейший вопрос такой: все ли рефлексы, получаемые с чувствительных нервов, одинаковы? Захватывают ли они всегда все сосуды, или же, кроме общих рефлексов, есть и рефлексы местного, частного характера, т. е. такие, которые на одни сосуды действуют, а на другие нет? Как уже следует из верного понимания физиологических явлений, ясно, что и второй случай должен иметь место рядом с первым. Вы знаете, что органы тела работают не все сразу, а по очереди. Следовательно, требуется и местное расширение и сужение сосудов. У меня, например, сейчас работает мозг, мускулатура же моя находится в покое, так как я сижу. Моим мускулам, значит, сейчас не нужен приток крови, а мозгу нужен. Если приток и отток крови есть рефлекторный акт, то, следовательно, нервы моих мышц не должны сейчас раздражаться и давать сосудистые рефлексы, нервы же мозга должны. При рациональном рассуждении ясно, что если существуют общие рефлексы, захватывающие массу сосудов, то наряду с ними должны быть и рефлексы местные, действующие на отдельные части тела. Организм в известный момент в отдельных своих частях нуждается то в сужении, то в расширении сосудов. Так оно и есть. Мы должны, следовательно, представить себе, что рефлексы с чувствительных нервов бывают разные, смотря по обстоятельствам. Захват, размер рефлекса будет зависеть от раздражаемого нерва, от его качества, от силы раздражения, от характера раздражения и т. д. При различных раздражениях вы получите в одном месте сужение, в другом расширение, и притом то одной, то другой силы. Так все это и имеет место в организме в его жизненных условиях.

Итак, физиология имеет основание утверждать, что сосудистые рефлексы бывают двух родов: или общие, захватывающие много сосудов, или местные, захватывающие сосуды отдельных органов и частей тела. Оба эти рефлекса можно наблюдать и одновременно. Утверждает это физиология, опираясь на два факта, которые вы легко поймете. Во-первых, известно, что крови нехватает одновременно для всего организма. В организме применен принцип экономического распределения крови и кровь направляется туда, где она в данный момент нужна. Это, понятно, должно вызывать перебрасывание крови из одного места в другое. Во-вторых, организм должен все время поддерживать кровообращение, а кровообращение основано на разности давлений. Это будет потребность общего характера. Таким образом перед организмом все время стоит задача — согласовать местные нужды с общими потребностями. Местные рефлексы существуют для удовлетворения местных потребностей, и рядом с ними есть еще и общие рефлексы, которые не позволяют кровяному давлению ни непомерно падать, ни слишком повышаться. Организм, действительно, решает эту задачу — общее давление остается всегда постоянным в известных пределах, что вы уже и видели. Очевидно, иннервационный прибор сердца и регулирует нормальный ход кровяного давления.

Теперь вам станет понятен случай, полученный Ционом. От сердца идет не только n. depressor cordis, но также и n. pressor cordis — нерв, противоположный депрессору. И оба эти нерва в своей работе будут комбинироваться различными способами, то суживая, то расширяя сосуды. Низким давлением в аорте будут раздражаться прессорные нервы, отчего сосуды станут суживаться, а давление подниматься. Наоборот, если ни одному органу не нужно крови и сосуды все сузились, так что получился огромный напор крови, опасный для организма, тогда депрессорные нервы будут раздражаться, расширять сосуды и приводить кровяное давление к норме, понижая его. Нормальная работа сосудов будет, значит, такая: сосуды будут то расширяться, то суживаться, в зависимости от того, каким органам в настоящее время кровь нужна и каким не нужна. Но наряду с этим неуклонно работают и центральные аппараты, сохраняя постоянство общего давления.

В о п р о с: Как объяснить повышение температуры у больного человека, когда все тело горит? Не значит ли это, что все тело переполнено кровью?

И. П. П а в л о в: Более подробно я этого вопроса коснусь после. Сейчас только скажу: связи между общей повышенной

температурой и приливом крови к коже нет; если человек болен, то у него может быть бледная кожа и высокая температура.

Я вам уже рассказал, как выступает на деле работа нервов, рефлектирующих на сосудорасширяющие и сосудосуживающие нервы. Но возникает вопрос: где же к этим нервам прикладываются раздражения и что является для нервов раздражителем, так как в действительности, в нормальной жизни организма нет тех электрических раздражителей, которыми мы пользуемся в лабораторных опытах? Вопрос этот очень важный, но полного ответа на него пока нет, это дело будущего. Мы знаем, что раздражаются концы центростремительных нервов. Нет сомнения, что они раздражаются массою различных раздражителей, но какими именно — пока не известно. Я поневоле начинаю говорить с середины, указываю вам на факт, что нервы раздражаются, а о том, как они раздражаются, умалчиваю. В одном случае о депрессоре и прессоре сердца я вам уже сказал, что раздражителем является, можно полагать, давление. Высокое давление — раздражается депрессор, низкое — прессор. Но все-таки, каким именно образом давление раздражает — мы не знаем. Ведь каждая ткань, каждый элемент ткани нуждается в крови и должен об этом дать знать сосудам, но как он это делает, повторяю, не известно.

Начну с опытов, относящихся к тому, что я раньше изложил. Эта собака приведена с холода. Кожа у нее холодная, а сосуды сужены. Физиологически, значит, в коже ноги работают сосудосуживающие нервы. Если я перережу n. ischiadicus, то сосуды расширятся, кожа покраснеет и нога станет теплою, что можно будет определить термометром. Этот опыт аналогичен опыту с ухом кролика. Сейчас у собаки температура кожи ноги 17.5°. Перерезаем n. ischiadicus. Некоторое время действия нет, потому что при перерезке механически раздражались сосудосуживающие нервы. Затем, вы видите, температура быстро повышается, нога становится теплою, что заметно даже наощупь, особенно по сравнению с другой ногой. Значит, до перерезки нервы суживали сосуды, теперь же их влияние устранено и сосуды стали быстро расширяться. Теперь, к концу опыта, температура дошла уже до 30°. Если бы ногу собаки предварительно положить в теплую воду и вызвать этим расширение сосудов, то мы получили бы обратные результаты: от перерезки n. ischiadicus сосуды начали бы суживаться, а нога охлаждаться.

Второй опыт будет относиться к раздражению центральных волокон. У собаки arteria cruralis соединена с манометром.

Кимограф пишет нормальную кривую. Раздражаем центральную часть n. ischiadicus. Волна кривой быстро поднялась, так что нехватило бумаги и перо перескочило за бумагу. Теперь, по прекращении раздражения, давление постепенно падает, приближаясь к норме. Раздражаем снова — и снова давление повышается.

Подобный эффект можно получить и при раздражении других чувствительных нервов. Раздражаю n. cruralis — давление повышается меньше, чем от раздражения n. ischiadicus, но все-таки очень значительно. Сейчас мы достанем n. lingualis. Раздражаем n. lingualis — давление тоже заметно повышается.

Значит, какие бы мы нервы ни раздражали, с их центральных концов мы получаем неизменно увеличение давления. Это и есть те факты, которые видели первые авторы. Это все примеры прессорных рефлексов, т. е. рефлексов на сосудосуживающие нервы. Теперь я вам покажу депрессорные рефлексы. Показать их можно было бы на тех же нервах, но для этого животное надо отравить хлоралгидратом, как это сделал Цион. Вообще, когда речь идет об общих и местных рефлексах, нельзя думать, что нервы, идущие от ноги, дают только местные эффекты, а идущие от сердца, дают только общие. Нужно представить себе, что из каждого места тела могут быть и местные и общие рефлексы, и не надо считать, что общие рефлексы получаются с одних анатомических нервов, а местные — с других. Если в одном месте произошло сужение сосудов, то в другом будет расширение. Если, например, смерить температуру кожи, то можно заметить, что вместе с сужением больших сосудов получается расширение сосудов кожи. Вообще физиология улавливает только общие отношения, а детали пока не изучены. Мы применяем в качестве раздражителя электричество, однако такие же эффекты можно получить, если раздражать нервы не электрическими, а иными раздражителями: термическими, химическими, механическими и др.

Переходим к опыту. Этот кролик с отпрепарованным депрессором, чувствительным нервом сердца. Раздражаем депрессор. Кривая давления образовала «долину»: давление упало со 125 до 80 мм. После падения давления замечается сразу же повышение. Почему это происходит — я объясню после.



Лекция шестнадцатая

УСЛОВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕССОРНЫХ И ДЕПРЕССОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ. — СОСУДОДВИГАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР. — АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАЗДРАЖЕНИЕ СОСУДОДВИГАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА. — ТОНЫ СЕРДЦА

Вы видели, что есть два рода центростремительных нервов, имеющих отношение к сосудам кровеносной системы. Одни из них повышают давление, ведут к рефлекторному сужению сосудов, а другие понижают давление, ведут к расширению сосудов. Вы видели все это в условиях искусственного раздражения, когда мы прикладывали электроды прямо к стволу нерва. Возникает вопрос: можно ли нерв застать за его работой и определить, действует ли он в данный момент? Конечно, можно. Исполнимо это преимущественно на нервах, относящихся к сердцу. Хотя такие нервы идут от всех частей организма, но показать их в других местах, кроме сердца, трудно, так как волокна с разными функциями расположены обычно в одних анатомических стволах. От сердца же идут отдельно и прессорные и депрессорные нервы, и обнаружить их в момент работы можно простой перерезкой. Это один из самых легких и обыкновенных опытов. Вы берете животное, соединяете с манометром, a. cruralis и наблюдаете, что кровяное давление изменяется под влиянием самых различных раздражений. Кривая не остается ровной: то повышается, то понижается. Вы можете в то же время заметить, что в целом на животном эти колебания имеют такой характер: если какая-нибудь причина (например сильный звук) вызвала подъем волны, то вслед за подъемом следует впадина, падение давления. Одна причина заставила давление подняться, но какая-то другая тотчас же заставила давление понизиться. Это и есть работа прессорных и депрессорных нервов. Предположим, что от стука, прикосновения

и т. д. давление повысилось. Повышение давления раздражает концы депрессоров в сердце, депрессоры тянут давление вниз, и скоро все приходит к норме. Происходит все это в очень короткий промежуток времени, на ваших глазах. Верность такого толкования доказывается тем, что если вы перережете нервы, идущие от сердца (прессорные или депрессорные), то тогда уже не будут наблюдаться картины устойчивого уровня давления. Каждая причина, нарушающая нормальное давление, даст тогда очень длительный эффект, который будет тянуться не секундами, а минутами, и вообще давление не скоро возвратится к норме. Ясно, что есть нервы, идущие от сердца, которые поправляют уклонения давления от нормы. Можно поставить много специальных опытов, которые будут показывать, что всякий раз, как вы отклоняете давление, организм старается установить его снова на норме. Вы помните, как мы вливали собаке в кровеносную систему жидкость и тем не менее давление оставалось нормальным. Несмотря на то. что мы прибавили много жидкости, пульс у собаки становился все реже и реже, т. е. сердце вливало кровь в артерии все слабее и слабее, однако, кроме этого, здесь работали и депрессорные нервы, которые содействовали понижению давления. Вы помните, что все это регулируется блуждающими нервами, что стоило нам перерезать лишь один из вагусов, как давление поднялось и больше уже не падало. Если бы мы тогда перерезали и другой вагус, то давление поднялось бы чрезвычайно высоко.

Итак, для поддержания давления на одной высоте у организма имеются приспособления двух родов. Во-первых, замедление ударов сердца и, во-вторых, расширение маленьких артерий благодаря работе депрессорных, понижающих давление нервов. Эти два механизма, стремящиеся к одной цели, можно разделить. Один из них можно выключить, прибегая к специальным ядам, отравляющим нервы. Если вы хотите разобрать, за счет чего произошло понижение давления — за счет ли замедляющих волокон или за счет депрессорных, — вы можете поступить так: вы отравляете животное атропином, парализующим замедляющие волокна. Таким образом один механизм будет удален. То, что делали замедляющие волокна, пропадет, останется лишь действие депрессорных волокон. Вы заметите некоторое повышение давления. Тогда вы перерезаете блуждающие нервы, т. е. лишаете животное депрессорных нервов. Давление поднимется еще выше. Из этих фактов вы легко убедитесь, что действуют оба механизма, оба приспособления, оба рода волокон.

Затем можно сделать следующий простой опыт. Вы раздражаете у животного n. ischiadicus, получая при этом повышение кровяного давления. Если кровеносная система животного в порядке, то вы заметите, что при дальнейшем раздражении давление будет волнообразно падать. Это будет показывать, что в организме есть стремление свести давление к норме при посредстве нервного аппарата сердца. Что это действительно так, доказывается тем, что при перерезке соответствующих нервов давление при раздражении станет все время повышаться и ничем не будет регулироваться.

Можно взять и такой случай. Если почему-либо в организме оказалось бы много жидкости (например животное выпило много воды), то, в силу механических условий, давление должно было бы повыситься. Однако этого не бывает. Если же вы в это время перережете блуждающие нервы, то действительно получите повышение давления. Следовательно, до перерезки работали депрессорные нервы, которые регулировали величину давления.

Теперь такой опыт. Если я выпущу из животного много крови, то давление упадет, но все-таки приблизительно будет держаться на норме. Если же я в это время перережу нервы, то давление сразу упадет очень низко. Опять и здесь давление до перерезки держалось высоко благодаря нервам, а именно прессорным нервам. Вот вам два случая, из которых вы можете убедиться, что работают оба рода волокон и что их легко обнаружить во время работы.

Значит, как легко показать работу центробежных сосудодвигательных нервов путем перерезки n. ischiadicus, так же легко показать и работу центростремительных волокон, идущих от сердца. Понятно, что с сердечными нервами опыты идут демонстративнее. Сердце является центральным органом кровообращения, и оно очень чувствительно к колебаниям кровяного давления. Конечно, и остальные сосуды принимают участие в регуляции давления, но показать это труднее, потому что влияние мелких сосудов — местного характера, меньшего размера.

Таким образом мы рассмотрели на живом организме все то, что я вам вначале показал на мертвой схеме. Мы познакомились с деятельностью сердца, которое на схеме было представлено обыкновенным насосом. Мы изучили роль больших сосудов — трубок. И, наконец, рассмотрели работу маленьких артерий, «кранов», как их назвал отец русской физиологии И. М. Сеченов. Осталось еще одно звено в этой цепи, которым нам предстоит заняться. Это нервные центры и пункты приложения

к ним центростремительных волокон. В этом отношении в литературе существует неопределенность в терминологии, о чем, конечно, надо жалеть. Я все время употреблял названия «депрессорные» и «прессорные» волокна в смысле понижающие и повышающие кровяное давление. Следовательно, я применял эти слова исключительно к чувствительным, центростремительным нервам, раздражение с которых перебрасывается затем в мозгу на центробежные нервы — сосудосуживающие и сосудорасширяющие. Между тем в литературе эти слова применяются и к центробежным нервам. Имеется, например, так называемый внутренностный нерв — n. splanchnicus — нерв, оказывающий очень большое влияние на кровеносные сосуды и идущий к пищеварительному каналу. Если этот внутренностный нерв, в котором имеется много сосудосуживающих волокон, перерезать и раздражать его периферический конец, то получится повышение кровяного давления. N. splanchnicus, следовательно, центробежный сосудосуживающий нерв. Он делает то же, что и n. ischiadicus, но один из них нерв центробежный, а другой — центростремительный. Один действует на сосуды прямо, а другой — через нервные центры.

И вот, одна группа авторов называет прессорными и депрессорными только центростремительные волокна, некоторые же авторы применяют названия «прессорный» и «депрессорный» и к центробежным нервам, т. е. сосудосуживающим и сосудорасширяющим. Получается путаница понятий, с которой вам придется встречаться. Вам надо будет уметь разобраться, что к чему относится. Я во время своего изложения держусь одной терминологии.

Теперь я могу перейти к вопросу об иннервационном приборе. Нас будут интересовать нервные центры, те пункты, где раздражение с центростремительных волокон перебрасывается на центробежные. Предмет этот не решен окончательно, но есть все-таки поучительный материал. Прежде всего я замечу, что надо различать центры двух родов: центры общие, т. е. центры с большой, широкой сферой влияния, и центры местные — с узкой сферой влияния. Одни центры оказывают влияние на всю кровеносную систему, а другие, местные, — только на маленькие уголки кровеносной системы.

Итак, относительно иннервационного механизма прежде всего был установлен такой факт. Если у нормального животного, у которого нормально действует сердце, сосуды соответствующим образом расширены и имеется соответствующее кровяное давление, словом, у животного, у которого все в норме, все рефлексы идут так, как следует, если у такого животного

провести разрез на границе между продолговатым и спинным мозгом, то кровяное давление у него быстро падет вниз. У кролика, например, со 110—100 до 20. И как бы вы ни раздражали нервы, давление уже не повысится. Из этого факта выводят заключение, что общие центры находятся в центральной нервной системе выше спинного мозга. Возникает вопрос: где же именно, в какой части головного мозга? Для решения этого вопроса поступают просто: начинают резать центральную нервную систему сверху от больших полушарий. До тех пор, пока вы не дойдете до продолговатого мозга, все рефлексы идут своим порядком, но как только станете резать продолговатый мозг, давление начнет падать и будет постепенно падать по мере разрушения продолговатого мозга. Эти опыты приводят к заключению, что общие центры сосудосуживающих волокон расположены в продолговатом мозгу.

Одновременно с этим вопросом возникает и другой. Имеются ли, кроме этого центра в продолговатом мозгу, еще центры в остальной нервной системе, хотя и меньшего действия. Сначала казалось, что таких центров нет, так как о рефлексах судили только по кровяному давлению, а у животного с перерезанным продолговатым мозгом никаких рефлексов на кровяное давление не получали. Но потом стали накопляться факты, которые говорили против такого заключения и доказывали, что и спинной мозг дает значительные рефлексы. Существует яд стрихнин, который повышает чувствительность спинного мозга. Если у лягушки, отравленной стрихнином, раздражать мускулатуру, то лягушка корчится в судорогах и застывает как деревянная, так как раздражение передается от спинного мозга по всем направлениям ко всем мышцам. Основывается это, верно, на том, что яд стрихнин убивает тормозящие центры, которые должны быть в нервной системе. Так вот, если вы животному с отрезанным продолговатым мозгом впрыснете стрихнин, то получите повышение давления. Очевидно, что и в спинном мозгу есть центры сосудистых нервов.

Как потом оказалось, центры эти местного значения, и раздражения с них распространяются только на отдельные группы сосудов. Благодаря этому в приведенном выше опыте и не происходит повышения давления на манометре, так как не во всякую артерию можно вставить трубку, соединенную с манометром. Значит, если вы хотите решать вопрос о том, есть или нет центры в спинном мозгу, то вы должны измерять, например, температуру или давление отдельных частей тела, исследовать отдельные части тела, а не искать общего эффекта. Например, вы у собаки делаете разрез между грудным и поясничным мозгом.

Собака, оперированная таким образом, может жить долго. Правда, она будет волочить зад, и вообще у вас будет как бы два животных, так что даже употребляются такие названия: «переднее животное» и «заднее животное». Когда у собаки все зарастет, у нее сохранится в целости нижний конец спинного мозга. Если вы соедините аорту или круральную артерию с манометром, то никакого действия не обнаружите, что, повидимому, говорит об отсутствии рефлекса. Однако это будет неверно, рефлекс есть, только местного характера. Если вы станете раздражать центральный конец нерва, то наблюдая глазом сосуды или прилагая к ним термометр, вы заметите много отдельных мелких рефлексов, не сказывающихся, однако, на кровяном давлении.

Такие факты не оставляют сомнения в том, что мы имеем общие центры в продолговатом мозгу и затем много центров местного значения, влияющих на ограниченное количество сосудов. Детальных данных, правда, пока нет, но общее положение утверждается довольно основательно.

Я коснусь еще одного пункта, мало разработанного, но имеющего значение. До сих пор я говорил о рефлекторных раздражениях сосудистых нервов. Но бывает еще внутреннее, автоматическое раздражение центров. Относительно его имеется пока только один отчетливый факт. Именно: угольная кислота является раздражителем сосудосуживающих нервов. Этот факт можно показать. Другие же утверждения относительно влияния, например, температуры довольно непрочны, так что и показывать их не стоит. Опыт с угольной кислотой заключается в следующем. Если в нормальном организме накопляется угольная кислота, то повышается давление. Но если вы в это время перережете продолговатый мозг, то, несмотря на скопление углекислоты, повышения давления не получится. Это показывает, что центр внутреннего раздражения находится в продолговатом мозгу.

Сегодня я закончу физиологию кровеносной системы. Я нарочно задержался так долго на отделах пищеварения и кровообращения, потому что здесь очень хорошо иллюстрируется та мысль, что вся физиология, если она нам досконально известна, сводится к химии, физике и механике.

До последнего времени полагали, что работа кровеносной системы во всех ее отделах, начиная от сердца и кончая мелкими сосудами, регулируется только нервами. Теперь же начинает выдвигаться представление и о другом регуляторном аппарате, именно химическом, жидкостном, который существует рядом с нервным. В организме вырабатываются разные химические

тела, и они тоже принимают участие в регулировании деятельности кровеносной системы. Фактов в этом отношении имеется очень мало, но есть факты очень яркие. Я сейчас не буду говорить об этих химических веществах, я о них скажу тогда, когда буду рассматривать те отделы, в которых эти вещества образуются. Пока усвойте то, что, кроме нервного, есть еще химический, жидкостный регуляторный аппарат. Называю я его жидкостным, потому что в нем связь между отдельными частями тела достигается через омывающую весь организм жидкость, которая и переносит химические раздражения.

Я читаю вам, выбирая наиболее важные вопросы. Многое из того, что можно было бы сказать, не говорю. Об этом вы прочтете в книгах. Я вам стараюсь передать лишь общие основы и приучить вас к физиологическому мышлению. Но зато вы должны то немногое, что я вам сообщаю, усвоить вполне твердо и сознательно. Поэтому задавайте вопросы. Не может быть, чтобы для вас все было ясно так, как для меня. К сожалению, за недостатком средств при нашей кафедре нет практических занятий, на которых обычно и происходит интимное общение и разъяснение недоумений между студентами и преподавателями. Поэтому у меня остается одно средство общаться с вами — путем вопросов и ответов.

Вопрос: Есть ли рефлексы на вены?

И. П. Павлов: Вопрос о венах мало разработан, поэтому я ничего о них и не говорил. Вены играют роль как бы пассивных вместилищ крови. Когда крови органам не нужно, она скапливается в венах и ждет своей очереди. Но, конечно, и для этой цели необходимы какие-то механизмы. От вен требуется менять свой объем, что они и делают под влиянием нервов. Такие указания имеются.

Вопрос: Удушение угольной кислотой замедляет сердечные удары и повышает давление. Зависит ли одно от другого?

И. П. Павлов: Безусловно. Если вы возьмете животное, как оно есть (это важно), и будете отравлять его угольной кислотой, то давление станет подниматься. Но вы заметите, что организм стремится бороться с повышением давления, что и достигается замедлением пульса. Вы одновременно будете иметь раздражение угольной кислотой сосудосуживающих нервов, а также нервов, замедляющих удары сердца. Кроме того, будут работать и депрессорные нервы. Так что, если вы перережете депрессорные и задерживающие волокна, то картина резко изменится. Давление будет быстро повышаться и для повышения его не будет никаких препятствий. В таких

случаях давление от 140 мм может дойти до 300 мм, т. е. увеличиться почти до пол-атмосферы. Кроме того, при удушении углекислотой замечается следующее: если вы при перерезанных вагусах достигли огромнейшего давления, а удушение все еще продолжается, то на ваших глазах давление начинает вдруг падать и может упасть даже ниже нормы. Может показаться, что сосудосуживающие нервы потеряли свое действие. Нет, все это есть. Угольная кислота попрежнему раздражает сосудосуживающие нервы. Причина же заключается в том, что при таком огромном напоре крови, когда от сердца требуется преодолеть слишком большое давление крови в сосудах, сердцу становится «невмоготу» и прежде всего перестает работать левый желудочек. Если вы в это время накачаете в левый желудочек немного кислорода, то давление снова сильно поднимется. Те же результаты вы получите, если станете раздражать периферический конец вагуса и заставите сердце биться реже. Сердце от этого окрепнет. А так как, благодаря действию угольной кислоты, сужение сосудов продолжается, то давление опять-таки пойдет вверх.

Относительно деятельности сердца можно сказать еще несколько слов. Вам как врачам придется судить о состоянии и работе сердца не в лабораторных условиях, где можно до всего добраться и увидеть своими глазами, а на живом человеке. Там вам придется ко всему подходить окольными путями и определять деятельность сердца по различным признакам. В этом отношении для врача очень важны звуки или тоны сердца. Я о них не упоминал, потому что в физиологии к ним прибегать не приходится. Если нужно, мы прямо раскрываем сердце и смотрим, что с ним происходит. Но вам придется иметь дело с этими сердечными тонами. Их два: первый тон и второй. Первый тон происходит в момент начала систолы, а второй, когда кончается систола и начинается диастола. Причина возникновения этих тонов лежит отчасти в том, что каждая мышца при своем сокращении дает известный звук, так называемый мышечный тон. Первый тон происходит от захлопывания клапанов между предсердиями и желудочками, а второй от захлопывания полулунных клапанов.

Недавно к этому методу определения работы сердца по тонам его стали присоединять метод исследования электрических явлений сердца. Вы знаете из лекций по общей физиологии нервномышечной системы, что в работающем мускуле развивается электрический ток. Этот ток можно отвести в гальванометр. В последнее время был построен очень хороший, чувствительный гальванометр Эйнтховена, который нашел

себе широкое применение у врачей при изучении сердца человека. Поступают следующим образом. В гальванометр отводят ток, который появляется при каждом сокращении сердца и даже при сокращении отдельных частей сердца. В цепь вводится записывающий прибор, и у нас имеется, так сказать, электрическое изображение деятельности сердца.

Затем, как на один из косвенных методов, можно указать на изучение толчков сердца. Если вы на груди под левым соском положите палец, то заметите, как ваш палец будет отталкиваться бьющимся сердцем. В физиологии имеется отдел, в котором описывается, как эти толчки получаются, как изменяются. Для физиолога они, конечно, большого интереса не представляют, но врачи широко пользуются ими для того, чтобы определить, не сместилось ли сердце и т. д.

У этой собаки в a. cruralis вставлена трубка, соединенная с манометром. Запись ведется на кимографе. Один вагус перерезан.

Надо вам заметить, что у собаки депрессорные волокна идут в вагусе, а не отдельно, как у кролика.

Посмотрим, как действует центральный конец вагуса. В нем есть и депрессорные и прессорные волокна, но которые возьмут перевес — не известно. Раздражаю центральный конец. Давление повышается, значит, перевес берут прессорные волокна. Сейчас я достану n. ischiadicus. Уже от механического раздражения, пока я его доставал, получилось повышение давления. Здесь тоже прессорные волокна пересиливают депрессорные. Все действует нормально. Когда я отделю продолговатый мозг от спинного, то мы этих рефлексов уже не получим. Разъединяю a. cruralis с манометром, отделяю спинной мозг. Если сейчас снова соединить артерию с манометром, то получится большое давление, ибо я, перерезая, раздражал центры механически. Но вскоре давление упадет. Соединяем артерии с манометром. Давление действительно высокое, но оно быстро падает. Раздражаю n. ischiadicus — давление не повышается, а продолжает падать. Рефлекс исчез.

Если бы я стал раздражать n. lingualis, то тоже не получил бы рефлекса, но между этими двумя опытами была бы некоторая разница. Когда я раздражаю n. ischiadicus, то раздражение не доходит до центра сосудосуживающих нервов; когда же я буду раздражать n. lingualis, то раздражение до центра дойдет, но от центра не сможет пойти дальше, так как все нити, все нервы, идущие от центра, перерезаны. Сейчас давление со 120 упало до 60 мм. Раздражаю еще раз n. ischiadicus — ни малейшего действия.

Как вы видите, я вам все время показываю центры сосудосуживающих нервов. Относительно центров сосудорасширяющих нервов известно мало.

Теперь, если я всуну электроды в спинной мозг и буду раздражать все идущие там сосудосуживающие нервы, то я получу повышение кровяного давления. Прикладываю электроды. Давление, как видите, повышается, сначала немного от механического раздражения, а потом довольно значительно от электрического.

Перед последним опытом я перерезал и другой вагус, чтобы при посредстве его не произошло замедления пульса. Вы видели, что после этой перерезки пульс заметно участился. На этом основании говорят, что центр блуждающего нерва находится в постоянном раздражении известного размера. Такое постоянное раздражение называется тоническим или просто тонусом. Обычно говорят, что центр находится постоянно в тонусе.



ФИЗИОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ



Лекция вторая[1]

ПАНКРЕАТИЧЕСКАЯ ЖЕЛЕЗА. — САХАРНОЕ МОЧЕИЗНУРЕНИЕ. — ФУНКЦИЯ ОСТРОВКОВ ЛАНГЕРХАНСА. — НАДПОЧЕЧНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Вот две собачки, которым два дня тому назад были вырезаны щитовидные железы. У собак пока никаких особенных явлений заболевания нет. Первое, что можно наблюдать после такой операции, — это тетанию, дрожание, игру мускулов, заметную при приложении к ним руки. Особенно удобно это делать прикладывая руку к мускулам ноги или к темпоральному мускулу. Но пока у наших собак ничего не заметно. Мы будем кормить их мясом, которое, как вы знаете, способствует развитию заболевания, и в ближайшие дни получим картину болезни.

В этом отделе, для того чтобы демонстрации не отстали от изложения, я переместил два органа. После печени мне надо было бы говорить о панкреатической железе, а не о щитовидной. Я перешел теперь к описанию химической деятельности органов, которая состоит в образовании и выделении различных веществ организма, оказывающих на него или полезное, или вредное влияние. Во главе таких органов я поставил печень, огромный орган, который вырабатывает химические продукты, например желчь, и выделяет их через протоки. Но рядом существует другая химия печени, продукты которой удаляются не через протоки, а через кровь, как, например, гликоген и мочевина. По порядку я должен был бы перейти к органу, который снабжен, как и печень, выводным протоком и дает известный продукт, а рядом с этим имеет и внутреннюю секрецию, продукты которой через протоки не выделяются, т. е. к органу, соединяющему функции и же-

[1] Лекция первая утеряна. — *П. К.*

лезы с протоком и железы без протока. Такой орган есть панкреатическая железа. Как с железой, имеющей проток, вы с ней уже знакомы. Она дает панкреатический сок, изливающийся в пищеварительный канал.

Лет двадцать тому назад о панкреатической железе был заявлен очень интересный и своеобразный факт, что у нее есть еще функция, необходимая для тела и не связанная с функцией доставления панкреатического сока. Вы можете у некоторых животных перевязать панкреатические протоки и не пустить в пищеварительный канал панкреатического сока. Собака, например, легко обходится без панкреатического сока, так что ее питание при этом не нарушается. Очевидно, другие средства пищеварительного аппарата так изменяются, что покрывают собою недостаток сока, и лишение организма панкреатического сока полгоря для него. Правда, не все животные одинаково легко переносят такую операцию: травоядные — трудно, а птицы — еще труднее. Словом, значение панкреатической железы как железы, вырабатывающей пищеварительный сок, частично и не у всех животных играет одинаковую роль.

Кроме указанной функции внешней секреции, относительно панкреатической железы лет двадцать назад была показана другая функция, очень важная, стоящая организму жизни, но до сих пор еще окончательно не разъясненная. По крайней мере для собаки эта последняя функция несомненно стоит жизни. Операция заключается в том, что у собаки вырезают всю панкреатическую железу. После такой операции, понятно, перестает течь в двенадцатиперстную кишку и панкреатический сок, но, как я сказал, недопущение в пищеварительный канал сока особого значения для собаки не имеет. После удаления железы наступает очень характерное заболевание животного, обнаруживающееся прежде всего в том, что спустя несколько часов после операции животное начинает выделять с мочой большое количество сахара. Нормально, как вы знаете, сахар в моче не наблюдается; он очень полезное вещество, и организм употребляет его в своих целях, а не выбрасывает вон. Количество выделяемого в моче сахара доходит до многих десятков, даже сотен граммов. Получается сахарное мочеизнурение, сахарная болезнь, подобно тому как она наблюдается и у людей. Животное во время болезни обнаруживает чрезвычайную прожорливость, но, несмотря ни на что, неудержимо худеет, слабеет и приблизительно через месяц становится настолько слабым, что умирает. Вы видите, что ткань поджелудочной железы, помимо того, что она дает панкреатический сок, который, как я говорю, не имеет для организма незаме-

нимого значения, выполняет другую добавочную роль, без которой животное жить не может. Этот опыт с панкреатической железой был встречен, конечно, с большим вниманием, потому что здесь открывалась, повидимому, возможность пролить свет на сущность сахарной болезни у людей, которая очень трудно поддается лечению и остается до сих пор загадочной.

Вот собака, у которой в понедельник была вырезана поджелудочная железа. Пока у нее ничего особенного нет, но первый признак — присутствие в моче сахара — уже появился. Вместе с усилением этого симптома мы увидим в ближайшие дни и дальнейшие признаки заболевания. Операция у собаки сошла благополучно, осложнений никаких нет, и заболевание разовьется нормально. Пока собака довольно хорошо упитана; потом на ваших глазах она начнет худеть, потому что у нее азотистый метаморфоз, т. е. разложение белков, будет чрезвычайно увеличен. Мы испытаем сейчас мочу на сахар, сделав обыкновенную троммеровскую пробу. Следовательно, мы возьмем сернокислую медь и прибавим едкой щелочи. Едкая щелочь, действуя на медь, будет выделять окись меди. А сахар, если он есть, будет раскислять окись меди, переводя ее в закись меди, которая и выпадет в виде красно-бурого осадка.

Итак, вы видите, что удаление панкреатической железы влечет за собою сахарную болезнь, т. е. уход из тела одного из нужных пищевых веществ — сахара.

Факт этот очень важный, и он был обработан в деталях. Прежде всего надо было решить вопрос: насколько появление сахарной болезни есть именно следствие отсутствия панкреатической железы? Границы железы очень большие и сложные, она тесно связана с двенадцатиперстной кишкой. Понятно, при операции удаления железы приходится встречаться с нервами, которые подвергаются травматизму; вообще ввиду того, что операция довольно сложная, неизбежно порядочное разрушение в окружающих тканях. Можно было думать: не есть ли сахарная болезнь следствие других каких-либо причин, а не удаления панкреатической железы? Но все пробы, которые в этом отношении были проделаны, единогласно привели к тому, что это действительно есть прямое следствие вырезки панкреатической ткани. Доказательства здесь такие же, как и в случае со щитовидной железой. Если вы сильно помнете окружающие органы и ткани, а железу оставите, то заболевания не будет. Пробовали также переносить железу в другое место, куда-нибудь под кожу. Пока железа не рассасывалась и в ней шли нормальные химические процессы, до тех пор сахарная болезнь не наступала. Но когда перенесенный кусок

панкреатической ткани переродится, или как только вы его удалите, тотчас разыгрывается картина сахарного мочеизнурения. Подобные опыты не оставляют сомнения, что сахарная болезнь основана на отсутствии панкреатической ткани. Но, с другой стороны, если вы будете разрушать железу постепенно, вводя в ее протоки какое-нибудь ядовитое вещество, которое будет разрушать железу исподволь, то заболевание будет или слабое, или оно и совсем не наступит. Удивительного в этом, конечно, ничего нет. Организм, как я вам неоднократно говорил, имеет много выходов, и всегда, если ему дать возможность, умеет вывернуться из беды. У нас остается, значит, очень резкий и убедительный следующий факт. Если экстренно вырезать панкреатическую железу, то это кончится смертью животного.

Что касается до механизма этого факта, то здесь, несмотря на двадцать лет научной работы, дело не определилось. В чем тут суть, физиологи до сих пор не знают. Ясно только, что в теле нарушается химизм сахарного обмена и сахар не проделывает своего нормального химического оборота. Но на чем основано такое нарушение химизма — не ясно. Есть предположение, что панкреатическая железа готовит особый секрет, который поступает затем в кровь и участвует в использовании сахара организмом, способствуя разным химическим реакциям. Есть и другие теории, но фактически они не установлены. Механизм дела, суть его не ясны.

Дальнейшие явления, которые наблюдаются при удалении панкреатической железы, легко объяснимы потерей сахара. Убыль сахара, конечно, ведет к нарушению жизни организма. Сахар, предназначенный для питания организма, не использованным выбрасывается вон, получается частичное голодание — недостаток сахара. Животное теперь, съедая различные вещества и разлагая их, тратит на это много энергии. Те работы, которые раньше делались за счет сахара, делаются уже за счет других элементов, но не экономно, и в конце концов организм все-таки не может возместить отсутствие достаточного количества сахара.

Из приведенного факта вам должно быть ясно, до какой степени физиология тесно связана с медициной. Вы исследуете панкреатическую железу и производите своими опытами болезнь. Это и понятно. Все болезни есть не что иное, как поломы машины — организма. Тот, кто будет знать эту машину во всех ее деталях, будет знать и то, как можно такие поломы поправить. Медицина есть ухаживание за поломанным организмом, а физиология говорит о нормальном устройстве его.

Без физиологии медицина теряет свое настоящее значение, она становится знахарством, а не делом ума.

Вы видите таким образом, что панкреатическая железа, как и печень, представляет собой орган с двойной функцией С одной стороны, она — обыкновенная железа, выпускающая свои продукты в протоки, а рядом с этим — железа, которая готовит еще какой-то иной продукт и сообщает его организму через кровь.

Относительно панкреатической железы нужно прибавить еще следующее. Морфологически она состоит из тканей двух сортов. Во-первых, из разветвляющихся протоков, кончающихся секреторными пузырьками, т. е. из типичной секреторной ткани. Кроме того, в железе имеется особая ткань, так называемые островки Лангерханса. Эти островки уж давно были замечены под микроскопом, но роль их и до сих пор не объяспена. Русским патологоанатомом Соболевым было предложено такое объяснение, что островки находятся в связи с теми химическими функциями, о которых я вам сегодня рассказывал. Соболев собрал много фактов, которые подтверждали его предположение. С его точки зрения, надо представлять, что простая секреторная деятельность железы связана с обыкновенной тканью, а особенная, внутренняя химическая деятельность связана с островками Лангерханса. Предположение это довольно вероятно, но его нельзя еще считать совершенно точным. Если бы предположение Соболева было вполне доказано, то это, конечно, дало бы удобство для дальнейших исследований, так как железа тогда и анатомически и функционально поделилась бы как бы на две самостоятельные части.

Теперь я через щитовидную железу, о которой уже говорил, возвращаюсь к ряду органов с истинной внутренней секрецией. Порядок у нас, значит, будет такой: печень, панкреатическая железа — органы с протоками, далее органы без протоков, с чисто внутренней секрецией, во главе их стоит щитовидная железа.

Я перехожу ко второй железе, почти такого же значения, как и щитовидная. Это — надпочечные железы, парные, лежащие выше почек на позвоночнике, блестящего, перламутрово-белого цвета и почти такой же величины, как и щитовидные. Вот они. Поперек железы идут обыкновенно сосуды, которые делят ее на две части, головную и хвостовую.

Приблизительно в то же время, когда Шифф в пятидесятых годах делал свои опыты относительно щитовидной железы, другой физиолог (не то американец, не то француз, его не разберешь), Броун-Секар, показал, что надпочечники тоже необ-

ходимые железы и что вырезка их ведет к смерти при известной картине заболевания. Тот основной факт, что надпочечные железы — важный химический орган, был подтвержден и другими авторами.

Что касается до подробностей опыта, то они приблизительно те же, что и в случае панкреатической и щитовидной желез. Факты такие. При удалении всего надпочечника, с одной и с другой сторон, животное заболевает, а если перенести надпочечники в другое место, то оно остается здоровым. Таким путем убедились, что вся суть болезни именно и заключается в удалении, экстирпации надпочечных желез. По удалении их животное заболевает или по прошествии нескольких часов, или же через дни и недели. Картина заболевания такая. Животное делается вялым, малоподвижным, теряет аппетит; у него понижается температура, скелетная мускулатура и сердечная деятельность слабеют, и животное умирает иногда в судорогах. Главнейшие симптомы — ослабление скелетной мускулатуры и кровообращения.

У нас есть собака, у которой два дня тому назад удалены надпочечные железы. Вырезаны они в два приема. Правая железа, которую, благодаря ее анатомическому положению (она покрыта сосудами), вырезать очень трудно, вылущена две недели тому назад, а левая два дня назад, когда собака уже оправилась от первой операции.

Левую железу удалить очень просто, и, таким образом, собака без всяких приключений лишена обеих желез. Собака, говорят, уже потеряла бойкость, она была прежде очень подвижна, а теперь стала тихою. Главнейший симптом уже наступает — она становится вялою; кроме того, насколько можно судить наощупь, кровяное давление у нее ниже нормы. Ходит собака довольно лениво и осторожно. Далее вы увидите более резкую картину: собака даже и не поднимется, чтобы пойти, после этого сначала она будет в состоянии еще шевелить головой, а потом сможет только водить глазами.

Видите, как иллюстрируется важность и сложность жизненного химизма. Удалили тысячную часть организма — смерть, удалили другую такую же часть — опять смерть! Это прекрасная иллюстрация того, до какой степени сложен химизм организма, как он важен и как много в нем разных звеньев. Какое отличное доказательство того, как много еще надо узнать физиологам, несмотря на кучу того, что мы уже знаем!

Всех оперированных собак мы будем смотреть постоянно. Здесь, конечно, нельзя подогнать опыт к известному времени, а надо ждать.

Надо вам сказать еще, что надпочечным железам очень повезло. К химии надпочечников подошли весьма близко, и получилась возможность более точно улавливать и выслеживать ход их химизма в нормальных условиях. Физиология надпочечников является до известной степени примером для физиологии других органов; она показывает, что можно знать, что нужно знать и как постепенно расширяется знакомство с предметом.



Лекция третья

НАДПОЧЕЧНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ. — СЕКРЕЦИЯ АДРЕНАЛИНА И ВЛИЯНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. — МОЗГОВОЙ ПРИДАТОК. — ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ. — МОЛОЧНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Вчера я начал физиологию надпочечников и дал вам общую картину заболевания животного после их удаления, которое кончается смертью. Следовательно, что касается до хода дела и до конца, — здесь то же самое, что мы знаем и о щитовидных железах. Дальнейшие детали о значении надпочечников точно соответствуют изложенному уже о щитовидной железе. Опыты проделывают здесь точно так же. Если вырезают не всю железу, а оставляют кусок надпочечной ткани, животное остается жить; если пересаживают орган на другое место — опять-таки заболевания нет. Вообще ясно, что причиной заболевания является отсутствие надпочечной ткани. Что же касается до представлений более близких, какие имеются о деятельности надпочечников, то они пока довольно шаблонны. Предполагают, что эти железы или нейтрализуют какие-то яды в организме, или вырабатывают какие-то необходимые для организма вещества. Для решения такой дилеммы ставили точно такие же опыты, как и со щитовидной железой, и получали те же результаты. А именно: если вы кровь животного, у которого давно вырезали надпочечники, впрыснете животному, только что лишенному их, то животное это очень быстро умирает, очевидно от отравления какими-то ядами. С другой стороны, несомненно, что надпочечники и вырабатывают что-то: если вы будете вводить в кровь животного с вырезанными надпочечниками настойку из надпочечной ткани, то у вас будет получаться улучшение. Вы видите, что все эти опыты — сколок с других, с опытов над щитовидной железой. Оставим пока изложение и посмотрим собак.

Вот собака без щитовидной железы. Подергивания маленькие в мышцах уже есть; это так называемая тетания, начальная ее форма. Ну, а вот здесь, у другой собаки подергивания гораздо заметнее. И дыхание у нее уже сделалось плохим, тяжелым; ей жарко, потому что работа скелетной мускулатуры довольно большая. Это первый признак болезни; после него болезнь развивается уже быстро, и к завтрашнему дню собака, должно быть, уже помрет. Вы видите, она не может как следует ходить — скользит на гладком полу; это потому, что здесь примешались непроизвольные движения, подергивания, которые не гармонируют с ее произвольными движениями. Картина в высшей степени характерная. У нее, наверное, уже к концу этой лекции наступит более сильная фаза. На первой собаке тоже заметны подергивания — видите, как вздрагивает у нее за загривке шерсть.

А вот, собака без надпочечников. Тут явления еще не пошли вперед. Здесь должно замечаться обессиление собаки: она должна вяло ходить, больше лежать. Пока же явления эти еще не развились.

Наконец вот собака без панкреатической железы. Важно то, что у нее нет перитонита. Ведь при такой операции легко мог сделаться перитонит, а у нее нет его, операция прошла вполне благополучно, и, следовательно, собака умрет только от лишения панкреатической железы. Вы увидите всю картину заболевания. У нее можно наблюдать сейчас накопление в моче сахара, а больше ничего особенно важного нет. Вот здесь произведен анализ мочи — окись меди восстановилась в закись. Такие собаки помирают обыкновенно недели через три, так что мы ее еще долго будем видеть. Следующий признак, который бросится в глаза, тот, что она станет чрезвычайно прожорлива, затем будет плохо ходить, затрудняться вставать и кончит смертью. Сейчас же у нее пока ничего особенного не замечается.

Вы видите, что у второй собаки без щитовидных желез уже развился тетанус задних ног. Если ей теперь впрыснуть экстракт из щитовидных желез, то она снова оправится. Сейчас у нее тетанические судороги еще перемежаются с клоническими. Она уже не ходит, а прямо-таки перетаскивает зад передними ногами. Вот то, что называется тетания.

Возвращаюсь теперь к надпочечным железам. Из различных форм опыта, как я уже сказал, следует, что после удаления надпочечников происходит заболевание, кончающееся смертью животного и основанное на искажении химических превращений в организме. Во-первых, перестает вырабаты-

ваться нужное вещество, а, во-вторых, скопляется какое-то вредное вещество, которому противодействовали надпочечные железы. Дело в изучении этого вопроса подвинулось несколько дальше. Стало известным одно вещество, на счет которого надо отнести бо́льшую часть явлений, наблюдающихся у животного. Это вещество называется адреналином. Раз у физиологов в руках оказалось вещество, имеющее большое значение, то понятно, что исследования стали на твердую почву. С адреналином производится целый ряд опытов. Одно из самых важных свойств этого вещества — то, что даже в самых маленьких количествах оно является суживателем кровеносных сосудов. Значит, адреналин есть специальный возбудитель мускулатуры маленьких артерий. Вместе с тем он действует и на сердце, вызывая его усиленную деятельность. Частью он оказывает влияние и на поперечнополосатую мускулатуру. Все это можно показать и на опыте, и вы понимаете, конечно, что такими свойствами адреналина определяется отчасти состояние животного, лишенного надпочечников. Ведь я вам говорил, что после вырезания надпочечников мы ждем ослабления мышечной деятельности и понижения кровяного давления. Это можно объяснить уходом из организма адреналина. В данном случае дело совершенно уясняется. Вы, так сказать, знаете в лицо агента, который производит в данном случае и ослабление мускулатуры и понижение кровяного давления.

С адреналином сейчас производят массу опытов. Вы понимаете, что жизнь животного, лишенного надпочечников, можно поддержать как экстрактом надпочечным, так и адреналином, что и есть в действительности. Сохранить животное без надпочечников невозможно, но во всяком случае некоторое поддержание организма замечается. Когда делаются различные операции на слизистых оболочках, то намазывают их предварительно адреналином; тогда сосуды суживаются, слизистая оболочка настолько обескровливается, бледнеет, что ее можно резать без потери крови. Благодаря всему этому открылась возможность итти очень далеко в определении жизненной роли надпочечников. Явилась полная возможность следить все время за действием адреналина. Правда, судить непосредственно о том, много адреналина в организме или мало, еще нельзя, но зато можно судить об этом по развиваемому им действию. Особенно тонким определением считается определение при помощи реакции на адреналин мускулатуры пищеварительного канала. Надо сказать, что здесь происходит под влиянием адреналина расслабление мышц — в высшей степени тонкая реакция, и поэтому когда надо определить количество

адреналина в крови, то прикладывают испытуемую порцию крови к стенке тонких кишек и наблюдают действие ее на кишечную мускулатуру. Применяется именно реакция на адреналин со стороны мускулатуры тонких кишек. Так вот, если точно известно физиологическое действие адреналина, то для физиолога представляется возможность отлично следить за деятельностью надпочечников; в этом направлении уже имеются довольно точные опыты.

Надо вам сказать, что адреналин вырабатывается клетками мозговой, нервной ткани железы. Ход внутренней секреции очень напоминает ход изменения в обыкновенных железах. Вы видите совершенно ясно, что там отложен материал в виде зернистости, но этот материал, накопившийся в клетке, тут поступает прямо в кровь.

Следующий совершенно натуральный вопрос: действуют на выработку адреналина нервы или нет? Клеточная секреция находится, несомненно, под влиянием нервов. Уже нельзя сомневаться в том, что эти клетки, центральные клетки надпочечников, находятся под влиянием нервной системы, и вы можете совершенно ясно усилить выделение адреналина раздражением нервов. Но только об этом вы можете судить лишь по физиологическому изменению, а не по количеству адреналина. Берется кровь из вены надпочечника до раздражения и после раздражения нерва; легко убедиться, наблюдая действие этой крови на мускулатуру тонких кишек, в том, что раздражение n. splanchnicus ведет к увеличению выработки адреналина. Из того, что я вам сказал, понятно, что адреналин надо считать веществом, имеющим очень большое влияние на кровообращение. К постоянным нервным влияниям на кровообращение надо прибавить еще и постоянное химическое (адреналинное и др.) влияние.

Сейчас мы вам покажем опыт с адреналином. Его действие уже находит теперь и терапевтическое применение. Вот кошка под хлороформным наркозом. Ее сонная артерия соединена с манометром. Вы видите, что давление сейчас там 120—130 мм ртути. Посмотрите, до какой степени красиво, регулярно, правильно пишется эта линия. Теперь мы вводим то вещество, которое производят надпочечники. Смотрите, уже давление залезает вверх, оно повышается, и сейчас уже, наверное, вместо 120—130 оно поднялось до 200 мм. Вы видите огромное повышение кровяного давления. Вот теперь я определю точно. До впрыскивания было 120 мм, после впрыскивания — 200. Видите, какое огромное влияние на сосуды имеет агент, который вырабатывается надпочечной тканью! Понятно,

что такой агент должен постоянно участвовать в работе, в регуляции кровообращения. Интересно уяснить, какие влияния на валовую работу кровообращения оказывают нервные раздражения и какие адреналин. Но это еще совершенно не разработано.

Я перехожу теперь к другому органу — к мозговому придатку. Несмотря на своеобразность его расположения, физиологи долгое время о нем ничего не знали. Надо сказать, что в этом случае физиологию чрезвычайно разодолжила медицина. Она щедро отплатила физиологии за все услуги, которыми пользовалась от нее. Медицина с патологическими формами отправлений организма есть огромный подсказчик физиологической мысли. Обратимся хотя бы к истории щитовидной железы: если не считать указаний Шиффа, которых не приняли сначала к сведению, то первое указание было сделано медициной. То же и с надпочечниками. Медицина первая заметила, что особая, так называемая бронзовая болезнь находится в связи с надпочечниками, и это дало толчок физиологии. Физиология, следовательно, имеет в медицине серьезного помощника. Это справедливо и по отношению к мозговому придатку.

Было давно уже замечено, что существует особая болезнь — акромегалия, которая находится в связи с повреждением мозгового придатка. Она заключается в следующем: у людей, имевших несчастье подпасть этому заболеванию, происходит какое-то странное разрастание скелета, если болезнь застигает вполне выросший организм. Если же такой болезни подвергается еще недоразвившийся организм, то вырастают прямо-таки великаны. Помимо разрастания скелета, у этой болезни имеются и другие признаки, но поражающее впечатление производит именно чрезмерный рост костей. Однако роль мозгового придатка и до сих пор еще как следует не выяснена. Мудреного в этом ничего нет, потому что здесь дело идет уже о физиологической химии, о науке, недавно начавшейся; все же имеются кое-какие отрывочные данные.

Прежде всего нужно сказать, что одним из наиболее заслуживающих доверия исследователей заявлено, что полное удаление придатка ведет к совершенному банкротству организма. Хотя это и оспаривается кое-кем, но так как опыты в таком направлении производились тем исследователем очень аккуратно, то можно считать сказанное им достоверным фактом. Упомянутая раньше болезнь — акромегалия — тоже всегда кончается смертью, но только смерть наступает не скоро,

а тогда, когда процесс болезни приведет к уничтожению hypophysis cerebri.

Дело в том, что мозговой придаток разделяют на три части: на переднюю — всю пропитанную кровеносными сосудами, затем среднюю — похожую на переднюю, но только с несколько иным расположением сосудов и присутствием коллоидной ткани, и заднюю, нервную, в которую из средней части переходят коллоиды. Часть авторов, наиболее заслуживающих доверия, представляет все дело так. Они считают, что существуют два совершенно отдельных химизма в передней и в задней части. В передней части готовятся какие-то химические вещества, которые подгоняют рост различных частей скелета. В начале болезни происходит гипертрофия передней части, производящей много вещества, которое влияет на рост. Затем гипертрофированная часть совершенно уничтожается болезненными процессами. Основной симптом акромегалии относится к передней части придатка; что же касается до остальных симптомов — изменения кровяного давления и т. д., — их относят к задней части. Но и опыты с вытяжкой из задней части дают различные результаты. Если все данные считать дельными, то химическая регуляция со стороны одного только органа чрезвычайно разнообразна. Сейчас пока все дело заключается в собирании фактов и в расположении их. Что же касается до основных опытов, то и в hypophysis cerebri они те же, что в тех органах, о которых я вам только что говорил.

При впрыскивании животному, лишенному мозгового придатка, малых количеств вытяжки из гипофиза получается облегчение болезни, при впрыскивании же больших количеств, наоборот, происходит ухудшение. Поэтому одно время получалось как бы разногласие, которое и зависело, по всей вероятности, от того, что применяли различные дозы. Возможно, что примирить разногласия различных авторов не представит никакого затруднения.

Но рядом с влиянием мозгового придатка на рост кости нельзя не остановиться и на других влияниях его, именно — на влияниях на почечную деятельность и на кровообращение. Очевидно, что в отношении всякого органа, как бы он ни был мал, можно поставить вопрос: а нет ли здесь, кроме того значения, какое я вижу, еще и другого, может быть более важного? Для примера возьмем хотя бы половые железы. Кажется уж их функция совершенно ясна — продолжение рода, а между тем здесь оказываются и другие еще задачи. Хотя это известно уже давно, но несколько лет тому назад произвели чрезвычайное впечатление опыты Броун-Секара. Будучи

уже старым, тяготясь жизнью, он вдруг нападает на мысль, нельзя ли пособить горю, нельзя ли из семенных желез получить такой возбудитель, который повернул бы жизнь несколько назад. Он получает настойку семенных желез, впрыскивает ее себе, и это производит совершенно неожиданный результат — он действительно как бы помолодел и чувствовал себя великолепно. Волнение, вызванное средством Броун-Секара, было необычайно. Все дряхлеющее, все старое, понятное дело, бросилось к врачам: «лечи меня!». Но дело оказалось, однако, очень шатким, и сам Броун-Секар, помолодевший и чувствовавший себя в течение нескольких месяцев довольно хорошо, снова одряхлел и скоро умер.

Вы знаете, что лишение половых органов имеет место и у животных и у людей. Результаты кастрирования давно бросались в глаза. Вы знаете значение холощения быков, жеребцов, знаете, какая большая разница между быком заводским и волом. Какая страшная сила у быков! К ним подойти опасно, и какой ленивый и спокойный вол. Вы знаете, что это же бывает и у людей, хотя и не так резко. Начинает откладываться жир, бледнеют кожные покровы, прекращается рост волос, бороды, усов, голос остается на всю жизнь детским, они делаются вялыми; словом, имеется целый ряд признаков, что организм потерпел большой дефицит. Понятно, что вначале и физиологи и врачи склонны были объяснять это как последствия нервные; считали, что от половых желез идут различные нервные влияния, которые при лишении железы отпадают. Но вот Броун-Секар свел дело на химическое влияние, а не на нервное. Правда, случай с Броун-Секаром был не чист, потому что он сам был в этом заинтересован; однако, когда потом проделывали другие те же самые опыты на животных, то, несомненно, получилось некоторое химическое влияние, так что за семенными железами, помимо их прямого назначения, необходимо признать и химическую функцию — выработку каких-то химических тел. При помощи этих отчасти уже анализированных, отчасти еще не анализированных тел можно получить совершенно явные влияния на различные органы. Испытывали влияние приготовленного из половых желез спермина и получили совершенно определенные влияния на сердце и кровеносную систему. Но надо сказать, что в этом направлении опытов еще очень мало.

Кстати, раз я заговорил о половых железах, упомяну и о случае с молочными железами. Они привлекают уже давно к себе внимание. Вначале все накинулись на них, всем было интересно посмотреть, как будет увеличиваться выделение

молока. . . Производили самые радикальные опыты, отрезали совершенно грудную железу и пришивали ее сзади, и все-таки она начинала работать в связи с родами, хотя нервы и не могли действовать. И вот было доказано, что это есть результат химического влияния, что тут действуют вещества, заключающиеся или в плаценте плода, или в самом зародыше.



Лекция четвертая

СЕЛЕЗЕНКА. — ЛИМФАТИЧЕСКИЕ ЖЕЛЕЗЫ. — КРАСНЫЙ КОСТНЫЙ МОЗГ

Посмотрим собак. Первая собака без щитовидной железы, у которой был вчера припадок тетании, сегодня оправилась. Это бывает. Припадки основаны на отравлении животного, следовательно на происходящих в организме химических процессах. Один из способов повысить интенсивность химических процессов — принятие пищи. Собака во время болезни мало ела и оправилась. Когда припадки станут повторяться, она умрет. Вторая собака уже умерла.

Собака без надпочечников пока держится; на общем ее поведении ничего не заметно, но давление крови в артериях очень маленькое.

Собака без панкреатической железы по внешнему виду не представляет пока ничего особенного. Ест она мало. Количество сахара в моче увеличилось.

Мы ознакомились с рядом органов, в которых проделываются химические процессы большой жизненной важности и в отсутствие которых жизнь не может продолжаться. При этих химических процессах готовятся известные вещества, играющие чрезвычайно большую роль, являясь возбудителями некоторых важных функций. Адреналин, например, вырабатывается в надпочечниках, возбуждает сократительность маленьких артерий и влияет на кровообращение. Такие тела в последнее время получили новое название, очень модное; им играют, для того чтобы показать себя стоящим на высоте науки. Название это — гормон. Гормон — слово греческое, в переводе значит — химический возбудитель.

К этому же разряду органов, как то: печень, панкреатическая железа, щитовидная железа и т. д., нужно отнести, хотя немного и искусственно, еще ряд органов, с которыми

вы встретитесь в своей дальнейшей практике. О специальной их функции известно еще мало, и имеющиеся данные довольно противоречивы. Но у этих органов есть, помимо химических, другие функции — морфологические, и я скажу о них несколько слов. Они представляют собой кровяные железы; сюда принадлежат селезенка, лимфатические железы и красный костный мозг. Все они проделывают некоторые не известные нам химические превращения, но рядом с этим у них научно установлена и деятельность морфологическая. Именно — они участвуют в образовании форменных элементов крови, причем белые кровяные шарики образуются в селезенке и лимфатических узлах, а красные тельца в красном костном мозгу.

Вы знаете, что белые шарики разделяются по своим свойствам на группы; некоторые из них имеют специальную обязанность — бороться с вредными микроорганизмами, проникающими в тело. Понятно, что те органы, в которых происходит развитие белых шариков, являются и очагами борьбы с разными микроорганизмами. При инфекционных болезнях происходит ожесточенная борьба между белыми шариками и микроорганизмами в селезенке и лимфатических железах. Вы знаете, что если поранить, например, руку и если в рану заберутся микроорганизмы, то происходит распухание лимфатических узлов, которые стоят на страже организма и не пускают вглубь его вредных микроорганизмов. То же происходит и в селезенке. В ней можно открыть массу посторонних организмов, которые там разрушаются белыми кровяными тельцами.

Подобно тому как селезенка и лимфатические узлы есть место фабрикации белых кровяных шариков, костный мозг служит местом развития красных кровяных телец. В костном мозгу можно встретить и разнообразные промежуточные формы их. Я говорю вам о тельцах крови очень кратко, потому что все относящееся сюда читается вам подробно на лекциях по гистологии.

Рядом с указанными общепризнанными фактами о морфологическом значении названных органов, как я уже сказал, есть факты и относительно химизма их. Но факты эти пока очень мелки и не всеми учеными признаются.



ФИЗИОЛОГИЯ ТЕПЛОРЕГУЛЯЦИИ



Лекция первая

ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ. — ИСТОЧНИКИ ТЕПЛА В ТЕЛЕ. — ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ. — ХОЛОДНОКРОВНЫЕ И ТЕПЛОКРОВНЫЕ ЖИВОТНЫЕ. — РЕГУЛЯЦИЯ ПОСТОЯНСТВА ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА. — РАБОТА КОЖНЫХ СОСУДОВ И ПОТОВЫХ ЖЕЛЕЗ

Перехожу теперь к очень важному для медика отделу относительно регуляции теплоты в организме. Вам ясен основной факт, что животное забирает в себя с пищей огромное количество химической энергии. Пищевые вещества, превращаясь, проделывая химические процессы, освобождают в теле животного связанную энергию. Возникает вопрос: в какие же формы энергии превращается освобожденная химическая энергия? Конечно, во-первых, это будет механическая энергия. Ведь каждое животное двигается и представляет собой до некоторой степени мотор. Возьмите лошадей, волов. Их роль теперь на наших глазах заменяется простыми моторами. Живые моторы — лошади — заменяются моторами мертвыми.

Другим родом энергии, в которую переходит химическая энергия пищи, будет тепло. Вы знаете, что тепловая энергия очень важна для живого организма. Тепло есть один из признаков жизни. Когда перед вами лежит недвижущееся человеческое тело, то первое впечатление, по которому вы судите о том, жив человек или нет, — температурное ощущение, получаемое от него: тепел он или холоден. Вы прикладываете руку и, если тело совсем холодно, заключаете, что оно уже мертво, а если в нем есть теплота, то оно, значит, еще сохранило жизнь.

Наконец третьей энергией будет электрическая энергия, о чем вы уже знаете из лекций по общей мышечной и нервной физиологии. Но этой энергии в организме гораздо меньше и открывается она очень трудно, при помощи специальных

приборов, тогда как первые две бросаются в глаза всякому Так что электрическую энергию надо поставить на второй план по сравнению с огромным количеством двигательной и тепловой энергии.

Таков, значит, результат тех химических превращений, которые происходят с пищей в организме: из них рождаются механическая, тепловая и электрическая энергии.

Сегодняшняя лекция и будет посвящена самой важной из всех этих энергий — тепловой. Вы знаете, что все организмы производят тепло. По этому признаку они все делятся на две группы: на животных с постоянной температурой, или теплокровных, и на животных с меняющейся температурой, или холоднокровных. Мы, конечно, — теплокровные животные, а лягушки, например, у которых температура тела колеблется в зависимости от внешних условий, — холоднокровные.

Теперь вопрос: откуда же берется в нашем теле тепло? Как оно образуется в результате разных химических превращений? После того, что вы слышали от меня о химических процессах в теле животного, для вас должно быть ясно, что основной химический процесс, идущий постоянно в теле, — окисление, т. е. медленное горение. Доказывается это очень просто тем, что если вы возьмете все вещества, входящие в организм, определите их состав и количественное отношение к ним кислорода и затем сравните с ними вещества, выбрасываемые организмом: мочевину, угольную кислоту, воду и пр., то вы увидите, что главная разница та, что в группе вышедших веществ кислорода относительно гораздо больше, чем было раньше. Отсюда понятно, что источником тепла в теле животного является окисление.

Естественно, что первой научной задачей, чрезвычайно существенного значения, было определить, какое существует отношение между энергией, полученной животным в виде пищи, и той энергией, какую оно производит. Другими словами, нужно было определить, подчиняются ли живые организмы общему закону природы, закону постоянства энергии, по которому следует, что энергия не образуется вновь и не исчезает, а только превращается из одних форм в другие. После исследований оказалось, что этому закону подчиняются и живые организмы; они, таким образом, входят в общую раму природы — очень существенный пункт, фундаментальная истина естествознания.

Доказано это было с всевозможной точностью, какую только можно желать. Вся энергия поступает в организм

в виде пищи, значит, в виде химических средств, химической энергии, и ее можно вычислить, для чего надо только сжечь эти вещества, уловить всю теплоту, скрытую в них, и измерить ее. Вы знаете из физики, что это сделать можно. Итак, физиолог прежде всего должен определить температуру сжигания тех веществ, которые поступают в организм в виде пищи. Теперь уже знают, сколько получится тепла, если все принимаемые в виде пищи вещества сжечь, т. е. разложить химически до последней степени.

Дальше, вы можете животное посадить в калориметр на часы и даже на дни, и в калориметре вся энергия, производимая животным, будет определяться температурой. Стоит только вам все это выделившееся тепло уловить и измерить, и вы будете знать все данные, определите всю энергию, потраченную животным. Понятно, что когда человек сидит в калориметре, то вся энергия, им производимая, будет итти на нагревание калориметра. Если человек будет сидеть, то он будет нагревать воду калориметра теплотой своего тела, когда он будет шевелиться или ходить, то его механическая работа опять-таки перейдет в тепловую, потому что все движения сведутся на трение, на сопротивление. Раз вы всю теплоту калориметра уловите, то вы будете знать всю энергию, какую произвел человек в форме тепловой энергии.

Следовательно, сопоставляя ту энергию, которую человек ввел в себя в виде пищи, с тою, которую он отдал в виде тепла, вы будете иметь возможность исследовать соотношение между принятой энергией и произведенной и определите существующий здесь баланс. Тут, конечно, должно быть еще одно добавочное исследование. Человек освобождает химическую энергию, разлагая вещества, окисляя их. Но он их окисляет и разлагает не до такой степени, до какой они разлагаются при сжигании. Поэтому из температуры сжигания надо вычесть ту энергию, которая остается в отбросах пищи, и с полученною таким путем температурой уже сравнивать температуру калориметра. Другими словами, отбросы надо сжечь до последней степени окисления и полученную температуру вычесть из всего количества тепла, которое могли бы дать введенные пищевые вещества. Тогда, если вы сделаете такую поправку, как подтверждают исследования, закон постоянства энергии вполне оправдывается и в отношении живых организмов. Сколько человек принял энергии в съеденной пище, столько же он ее и выделит в калориметре. Цифры сходятся лишь с небольшими погрешностями, которые неизбежны при определениях тепла.

Понятно, что, помимо валового определения энергии, дальше следует детальное определение того, сколько энергии находится в каждом роде пищи. Оказалось, что больше всего энергии заключают в себе жиры, затем белки и, наконец, углеводы. Белки сами по себе содержат больше энергии, нежели ее утилизирует человек, так как они не сжигаются в организме до последней степени окисления. Подробности этого вопроса будут сообщены вам на лекциях физиологической химии.

Затем я обращаюсь к частным явлениям. Основной источник температуры — химический процесс окисления. Но где же окисление происходит? Очевидно, в каждом пункте тела, но с различной интенсивностью. Есть ткани, в которых производство тепла настолько небольшое, что до сих пор еще и не уловлено. К таким тканям относятся нервы. С другой стороны, есть органы, где производство тепла так велико, что его можно определить чуть ли не наощупь, рукой. Это — мышцы. Затем, за мышцами, идут железы, и между ними первое место занимает печень. А за ними следуют другие ткани, где процесс выработки тепла гораздо меньше.

Таким образом организм, в силу общего процесса окисления, внутри себя вырабатывает тепло, которое и разносится с кровью по всему телу. Тепло, значит, отовсюду забирается кровью, распределяется по телу, и температура тела благодаря этому выравнивается. Различные ткани неодинаково вырабатывают тепло, но кровь все уравнивает, и та температурная разница, которая все-таки наблюдается, есть лишь ничтожный остаток той разницы, которая существует между тканями по количеству вырабатываемого ими тепла.

Итак, небольшая разница существует. Этим и объясняется, что печень — самый горячий из всех внутренних органов.

Вы знаете теперь, откуда берется тепло и как оно выравнивается в теле. Но ведь жизнь есть постоянный химический процесс, а поэтому возникает вопрос: куда же девается тепло, постоянно вырабатываемое организмом? Главная, постоянная статья расхода тепла — потеря тепла с кожи в окружающий воздух через теплоотдачу — теплоизлучение и теплоиспарение. Затем, конечно, часть тепла идет на нагревание принимаемой холодной пищи, часть тепла уходит при дыхании вместе с угольной кислотой и водяными парами.

Дальше поднимается существенный вопрос, касающийся одних теплокровных животных: каким образом они удерживают постоянную температуру? Вы знаете, что постоянство температуры у теплокровных весьма значительное: они всю жизнь показывают одинаковую температуру. У людей, напри-

мер, температура держится в пределах 37—37.5°. Колебания, которые бывают при норме, не достигают и одного градуса, а сводятся на десятые доли градуса. Только в болезненных состояниях температура значительно уклоняется от постоянной нормы. Что касается до всех теплокровных, то между отдельными видами их разница в температуре бывает большая. Так, например, у птиц температура достигает 43° и даже 44°, т. е. у них она в норме такая, какая у человека не бывает и при болезненном состоянии, такая, при которой он совсем не может жить.

Итак, теплокровные животные характеризуются постоянным уровнем общего нагрева тела. Смысл постоянства температуры для организма, постоянной регуляции теплоты ясен. Ведь организм есть место непрерывных химических превращений, и жизнь есть неустанный химический процесс, а вы знаете, до какой степени химическая реакция зависит от тепла. Вы сами всегда, для того чтобы реакция шла скорее, суете пробирку в пламя, и вам этот факт необходимости тепла для химических превращений знаком. В этом чрезвычайно легко убедиться и на грубых примерах из животного мира. Возьмите ту же лягушку и сравните ее в летнее время, когда она имеет сравнительно высокую температуру, и в зимнее, когда она имеет температуру очень низкую. Какая она летом живая, как она тонко приспособляется к окружающему миру! А зимой она лежит комком и вся жизненная деятельность в ней сокращается. Видите, какую огромную роль для жизни играет тепло. Затем, всем вам известно, как влияет на человека сильное охлаждение или перегревание. Большое понижение температуры тела ведет к превращению жизненных явлений и к смерти. Охладите человека с 37 до 25°, и он станет почти деревянным. Наоборот, при повышении температуры различные жизненные процессы чрезвычайно усиливаются. Наконец имеются и точные опыты, указывающие, что основной химический процесс — окисление — страшно зависит от температуры. Вы можете поставить опыты и на холоднокровных и на теплокровных животных, причем последних нужно для этого известным образом оперировать.

Если у холоднокровного животного определять размер газового обмена, а газовый обмен и показывает размер окисления, то легко увидеть, что энергия окисления будет чрезвычайно зависеть от той температуры, в которой находится животное. Если вы поместите холоднокровное животное в 15—20-градусную температуру, то, выждав время, пока все ткани тела примут эту температуру, вы будете иметь определенный

газовый обмен. Если же вы потом перенесете животное в температуру более высокую, градусов в 30, и обождете, пока животное нагреется, то вы получите газовый обмен гораздо больший. Если же вы станете из высокой температуры перемещать животное в низкую температуру, то, конечно, результаты будут обратные, т. е. получится уменьшение газового обмена.

Точно так же можно проделать опыты и с теплокровными животными. Факты будут те же. При повышении температуры окислительные процессы будут возрастать, а при уменьшении — падать.

Вам должно быть совершенно понятно, какой смысл в том, что известный отряд животных имеет постоянную температуру тела. Это для них есть гарантия постоянства жизни, постоянства всех химических процессов. Поэтому-то мы и на морозе и в тепле имеем одинаковую жизнь — ведь внутри нас существует всегда постоянная температура для всех химических превращений. Между тем у животных с непостоянною температурою колебания интенсивности жизни огромны: летом они живут очень деятельно, а зимой почти замирают.

Итак, запомните: постоянство температуры есть постоянство жизни и жизненной энергии. Это ясно. Перед нами возникает вопрос: каким образом достигается постоянство температуры у теплокровных животных? — вопрос о регуляции животного тепла, вопрос о тех приборах и деятельности их, при помощи которых, несмотря на все колебания внешней температуры, животные теплокровные всегда одинаково нагреты.

Предмет этот огромной важности и специально для вас — будущих врачей. Ведь первый же вопрос врача к больному: «какова у вас температура?». На этом врач строит свои первые заключения. И вам необходимо это знать и понимать. Но, с другой стороны, я могу вас и порадовать тем, что стоит вам внимательно прослушать то, что я скажу, и вы будете на всю жизнь иметь правильное представление о предмете — до такой степени он прост. Чтобы запечатлеть все важнейшее, относящееся сюда, надо только систематизировать всем известные, обыденные наблюдения.

Мы изойдем для лучшего понимания дела из примера постоянства температуры в комнате. Каким образом достигается более или менее постоянная температура в комнатах и зимой и летом, т. е. несмотря на большие колебания в атмосферном воздухе? Для этого применяются два приема, две системы. Всячески присматривают за расходом и за приходом тепла.

Если в комнатах жарко, вы не топите печей и затем открываете двери, окна, форточки, словом гоните тепло вон всевозможными способами. В жарких странах, где работа форточек недостаточна, устраивают вентиляторы, которые постоянно прогоняют нагретый воздух из комнат. Наоборот, если тепла в комнате мало, вы его бережете; вы окружаете комнату непроводниками, обиваете двери войлоком, вставляете в окна двойные рамы. Значит, один раз вы усиливаете расход тепла, а другой раз бережно сохраняете тепло. Это с одной стороны. С другой же, вы чрезвычайно осмотрительно пользуетесь продукцией, фабрикацией тепла. В летнее время вы не топите печей, т. е. не производите тепла, а пользуетесь теплом солнца. А зимой, когда солнце тепла вам не дает, вы сами фабрикуете его при помощи печей. Значит, для регуляции температуры комнаты мы употребляем два приема: мы увеличиваем или расход тепла, или приход, фабрикацию его.

Совершенно то же происходит и в животном организме: он тоже меняет или расход, или приход тепла. В этом весь и ответ. Дальше остается только доказать, что это действительно так, и посмотреть, какие органы стоят при этих двух системах, какие органы заведуют расходом тепла и какие — приходом, что в организме является аналогом форточек и что — печей. А такие аналоги есть.

Займемся сперва статьей расхода тепла. Самые обыкновенные наблюдения говорят, что если человеку холодно, то прежде всего он бледнеет, а если ему жарко, то он краснеет. Вот факты, которые видели все. Все знают, что когда животный организм окружен холодной температурой, то его кожа бледнеет, а когда он находится в жаркой атмосфере, то кожа его, наоборот, — краснеет. Вы имеете здесь функциональную работу кожи, ближе — работу кожных сосудов. Один раз сосуды кожи сужены, крови в них содержится мало и кожа бледнеет, а в другой раз сосуды расширены, в них приливает много крови и кожа краснеет.

Какой смысл такой работы кожных сосудов? Он понятен. Ведь кожа есть непроводник тепла, и очень хороший непроводник; мы и сапоги носим из кожи для защиты ног от холода. Таким образом вся наша телесная масса окружена кожной оболочкой, не проводящей тепло. Кожа — это постоянная одежда организма, и, следовательно, от того, сколько крови циркулирует в коже (а кровь — объединительница тепла), зависит и то, сколько тело отдает тепла в окружающую атмосферу. Если кожа бледна, бескровна, то вся кровь, а с нею и все тепло находятся в глубине тела, под непроводником,

как бы под теплою одеждою. Следовательно, когда вы бледнеете на холоде, оберегается тепло. Вся кровь с теплом загоняется под кожу и сохраняется, защищаясь непроводником. Наоборот, если кожа красна, значит, к ней приливает теплая кровь, и тепло крови свободно уходит в окружающее, более холодное пространство.

Итак, вот в чем весь секрет регуляции температуры тела. Кровь или загоняется вглубь и защищается непроводником, или же приливает к коже и непроводником не закрыта. Если сосуды расширены, то все фортки в теле открыты и тепло может уходить из тела, а когда сосуды сужены, то все двери и фортки закрыты и тепло сберегается. Вот смысл дела. И в этом легко убедиться на опыте. У нас имеется подходящая для такого опыта собака, и мы ее вам сейчас покажем.

Вопрос: Почему же на морозе щеки и нос краснеют?

И. П. Павлов: Вопрос вполне законный. Видите ли, у организма есть общие функции, общие потребности и есть функции и потребности частные. Мороз может сильно охладить тело. Поэтому в интересах сохранения тепла нужно всю кровь угнать внутрь, должен вступить в ход тот механизм, который оберегает расход тепла. Но посмотрите, что из этого выйдет. А выйдет то, что отморозится щека или ухо. Все тело выиграет и тепла не потеряет, а ухо потеряет, ухо отмерзнет. Отсюда, значит, возникают частные потребности. Организму надо сохранить и температуру и ухо. Сделать это можно так, что надо подогнать сюда к уху, к кончику носа крови, а с нею и тепло. Общая потребность у организма на морозе — сужение сосудов, а рядом с этим возникают и частные потребности — необходимость согреть ухо, щеки, т. е. расширить их кожные сосуды. Здесь между потребностями общими и частными возникает часто борьба; иногда бывает надо в такую борьбу вмешаться самому, с сознанием. На морозе мы трем уши, ускоряя тем расширение сосудов, а ребята этого еще не понимают и зачастую становятся жертвами холода, отмораживая то ухо, то нос, то щеку.

Приступим к опыту. Перед вами собака, отравленная кураре; ей производится искусственное дыхание.

Вот какой опыт мы проделаем. Мы будем мерить внутреннюю температуру собаки. Для этого мы погрузим термометр почти в сердце через кровеносный сосуд. А вместе с этим достанем чувствительный нерв и будем раздражать его центральный конец. Помните, я вам говорил, что если раздражать чувствительный нерв, например n. ischiadicus, то происходит сложный рефлекс: брюшные сосуды сужаются, а кожные расширяются. Происходит почти то же самое, что бывает, когда вам жарко,

когда надо выбросить лишнее тепло в окружающую атмосферу. Мы будем раздражать n. ischiadicus и вы увидите, как перевод крови в кожные сосуды поведет к падению внутренней температуры. Будем отмечать температуру через каждые полминуты.

35.93° C
35.92
35.88
35.88

В две минуты температура упала на пять сотых. Такое падение происходит от действия кураре. Отметим еще.

35.87° C
35.86

Ну, значит, можно принять, что температура падает на одну сотую в полминуты. Раздражайте нерв.

35.80° C
35.72
35.64

Видите, какое огромное значение имеет состояние кожного кровообращения. Как только раздражением седалищного нерва мы перебросили кровь из глубины наружу, подставили ее под 15° комнатной температуры и дали ей возможность охлаждаться, тотчас же общая, внутренняя температура резко упала, на 14 сотых в одну минуту. Раздражение кончено.

35.68° C
35.64
35.68
35.68
35.66

Температура, как видите, опять повышается: упала до 35.64°, а потом пошла кверху. Этот интересный опыт вышел от Гейденгайна. Мы сейчас будем еще раздражать нерв. Начинаем.

35.66° C
35.62
35.60
35.58

Температура снова падает. Конечно, вместе с этим и кожа становится теплее, чем она была до раздражения.

Вы понимаете, что подобный прием регуляции тепла имеет ограниченное приложение. Он имеет силу только до тех пор, пока окружающая температура выше или ниже температуры организма. Возьмем случай расширения сосудов в жаркой атмосфере. Понятное дело, что прилив крови к коже есть благоприятное условие для того, чтобы тепло из тела уходило в окружающую атмосферу. Но это будет иметь место только до тех пор, пока температура тела и температура атмосферы не сравняются. А как только они сравняются или даже температура тела станет выше температуры окружающей атмосферы, подобный прием охлаждения цели не достигнет — расширяй или не расширяй сосуды, тепло уходить из тела не будет. Следовательно, одного этого приема для организма мало, и, действительно, существуют другие органы и другие приемы, которые содействуют охлаждению тела в случае необходимости.

Что это за прием, вы тоже знаете. Что с вами происходит, когда вам бывает жарко? Вы потеете.

Итак, для целей охлаждения существуют еще потовые железы. Для того чтобы понимать их деятельность, надо иметь маленькие физические сведения. Что бывает, когда вы потеете? Поверхность вашего тела покрывается водой, тело ваше становится мокрым, и с него каплями течет вода. Если бы вы совсем не знали физики, то и тогда вы поняли бы, для чего течет пот, и сказали бы, что это — прием охлаждения. Ведь все вы знаете, что если вы потные стоите на ветру, то вы резко чувствуете, что вам холодно; значит, тепло из вас уходит. В чем же дело? Дело в том, что если вы покрыты водой, то происходит испарение воды на поверхности вашего тела. А физика говорит, что переход воды из жидкого состояния в парообразное связан с поглощением большого количества тепла. Следовательно, при испарении пота вода переходит в пары на счет тепла тела и человек охлаждается.

А вот решите теперь вопрос: почему становится холодней, если махать потной рукой? Вода, испаряясь, образует вокруг руки слой воздуха, насыщенного парами, и испарение уменьшается. Когда же вы машете рукой, то вы из слоя воздуха, насыщенного парами, переносите руку в сухой воздух, и испарение усиливается.

Следовательно, покрытие кожи водой есть прием, рассчитанный на охлаждение, и поэтому потовые железы являются испарительным прибором. Испарение выделенной потовыми железами воды может произойти только на счет огромного количества тепла; оно берется с той поверхности, на которой происходит испарение, т. е. с кожной поверхности. А тепло,

конечно, берется из крови. Благодаря такой функции потовых желез организм получает огромную силу для регулирования температуры внутри себя. Благодаря такому испарительному прибору человек может секундами переносить температуру больше 100°, а температуру в 70—80° сплошь и рядом целыми минутами, сохраняя в то же время свою постоянную внутреннюю температуру. Вспомните о кочегарах на пароходах в жарких странах. Они работают при температуре в 70—80°, а меняются минут через десять.

Вы понимаете, что если эти два приема охлаждения соединяются, то получаются чрезвычайные результаты. При очень высокой температуре вы и краснеете и обливаетесь водой. Вода, для своего испарения требует огромного количества тепла и получает его из приливающей к коже крови.

Приемы охлаждения у других животных носят часто несколько другой характер. У собаки, например, оба приема, которыми пользуемся мы, люди, действуют слабо; у нее почти нет потовых желез и кожа покрыта мехом, что затрудняет испарение и охлаждение кожи. Но зато у собаки охлаждение выступает на других поверхностях. Собака в жаркие дни высовывает язык, у нее течет обильная слюна, и она делает до нескольких сот дыханий в минуту. Это и есть своеобразный теплорегулирующий прием собаки, отдача ею тепла наружу. Местом, где происходит у собаки охлаждение, будет, значит, поверхность рта, а испаряющейся жидкостью будет слюна. А рядом с этим ускоренное дыхание ведет к усиленной отдаче тепла с поверхности легких.

Таким образом вам должно быть ясно то, как организм пускает в ход статью расхода тепла. Понятно, когда холодно, то никакого пота нет и кожа бледна.

Этот же случай отдавания теплоты происходит не только тогда, когда вам нужно охладиться, потому что вы находитесь в жаркой атмосфере, но и тогда, когда вы внутри себя много производите тепла. Например, во время напряженной мышечной работы, когда вы вырабатываете огромное количество тепла, вам и на морозе может грозить опасность быть перегретым. Поэтому работающий физически человек может сколько угодно и вспотеть и покраснеть даже на морозе. Словом, безразлично, от чего организму грозит опасность перегреться, прием охлаждения один и тот же: усиленная отдача тепла.



Лекция вторая

РЕГУЛЯЦИЯ ТЕПЛОПРОДУКЦИИ. — ИННЕРВАЦИЯ ТЕПЛОРЕГУЛИРУЮЩИХ ОРГАНОВ

Прежде всего скажу вам относительно наших собак. Одна собака без щитовидных желез умерла раньше. А другая, которая оправилась, жива и до сих пор. Заболевание у нее приняло затяжной характер. Жизнь ей, конечно, обходится дорого: она почти ничего не ест. Так как все болезненные процессы разыгрываются на почве химических, а последние процессы в свою очередь зависят от поступления новых пищевых материалов, то понятно, раз собака ничего не ест, у нее и все химические процессы, а с ними и болезненные сокращаются. Кроме того, у собаки очень затрудненное дыхание. Но трудно сказать, произошло ли это от паралича гортанных нервов, которые были повреждены при вырезке щитовидных желез, или же вследствие заболевания каким-нибудь легочным процессом, от внесения заразы. Конечно, собака должна умереть.

Затем умерла собака, лишенная надпочечников. Помните, я обращал ваше внимание на то, что хотя собака прошлый раз по внешнему виду и казалась удовлетворительной, но у нее был весьма слабый пульс.

Панкреатическая собака тоже погибла. И это произошло из-за невнимания к моим словам. Я говорил, что опасность может произойти от того, что у нее разойдется рана. У диабетических собак очень плохо заживают раны, и надо было завязать рану нашей собаке. Этого не сделали, рана разошлась, выпали внутренности, и собака умерла преждевременно. Факт, что у диабетиков плохо заживают раны, известен хорошо и клиницистам; и хирурги очень неохотно делают операции диабетикам.

Обращаюсь опять к вопросу о регуляции тепла.

Я вам говорил, что главное основание для поддержания постоянной температуры тела — деятельность двух групп орга-

нов. Одни из них варьируют расход тепла, то увеличивая его, то уменьшая, а другие заведуют выработкой тепла, точно так же всячески варьируя ее.

Мы переберем по порядку те органы, которые заведуют расходом тепла. На первом месте мы ставим кровеносные сосуды кожи, которые, как вам известно, на холоду суживаются, а в жару расширяются. Смысл этого тот, что кровь или находится на поверхности непроводника, или же находится под непроводником и защищается от охлаждения. Вы помните и опыт, доказывающий это. Когда мы раздражали n. ischiadicus, причем происходило расширение кожных и сужение глубоких сосудов, то через несколько секунд температура тела собаки резко понижалась, т. е. происходило охлаждение тела.

Второй орган — потовые железы, о которых у нас уже была речь. Потовые железы — чисто испарительный прибор. Вода, изливаемая ими на поверхность кожи, испаряется на счет тепла тела, и организм освобождается от лишнего тепла. Я говорил, что этот охладительный прибор еще важнее, чем первый. Деятельность того ограничена температурой окружающей атмосферы, а здесь она не ограничена, так что, благодаря испарению пота, организм может секундами переносить даже температуру в 100° С. Я вам говорил и то, что в случае очень высокой температуры оба эти прибора соединяются и работают вместе для одной и той же цели. Охлаждение достигается тем, что из крови, прилившей к поверхности кожи, испаряющаяся вода захватывает огромное количество тепла. Теперь вам должно быть понятно, почему бывает очень жарко во влажном воздухе, например, в комнате, занятой массой людей. Влажный воздух насыщен парами, и испарение пота в нем уменьшается. Таким образом влажная атмосфера есть препятствие для второго расходующего тепло прибора. Вот почему вы можете вынести огромную температуру в сухом воздухе и скоро пасуете во влажной атмосфере, где ваша испарительная деятельность прекращается.

Вот два главных органа, заведующих расходом тепла. Затем, я вам говорил, что у людей в слабой степени, а у некоторых животных в сильной степени в отдаче тепла принимают участие полость рта и полость легких, как это очень ярко можно наблюдать на собаках.

Дальше, что касается расхода тепла, следуют приемы, более очевидные и простые. Сравните, какая разница во внешнем виде собаки, когда она находится на морозе и когда в жаре. На холоде собака съеживается, свертывается в клубок,

а на жаре раскидывается. Цель этого та, чтобы увеличить или уменьшить поверхность тела, доступную влиянию атмосферы, так как охлаждение происходит на поверхности тела. Когда я прижимаю руку к груди, то те поверхности, где рука будет соприкасаться с моим телом, понятное дело, никакого участия в охлаждении не примут, и общая поверхность охлаждения, а с нею и само охлаждение уменьшатся. Наоборот, если мне жарко, то я разверну все свои члены, чтобы каждый сантиметр своего тела подставить под действие окружающей атмосферы, и поверхность охлаждения стала максимальною.

Затем, остаются уже совершенно сознательные меры, которыми человек пользуется, чтобы повлиять на расход тепла. В морозы мы одеваем на себя массу различных одежд. Шубы ценны не только тем, что они непроводники тепла, а тем, что между волосками меха воздух застаивается и нагревается. А воздух, как известно, — лучший непроводник тепла. В жаркое же время мы, наоборот, сбрасываем с себя всю лишнюю одежду и предпочитаем одежду, легче проводящую тепло.

Теперь вы достаточно представляете, сколько средств у организма для того, чтобы варьировать расход тепла. Есть указания на то, что так же разнообразно варьируется и приход тепла. Ведь, если в вашей квартире жарко, несмотря на то, что вы пустили в ход все возможные статьи расхода, то вы можете помочь себе еще тем, что уменьшите выработку тепла. И обратно, если вам холодно, вы, помимо сокращения расхода тепла, можете подтопить свою печку. Надо ждать, что это есть и в организме, что организм также регулирует в зависимости от условий и продукции тепла. Этот предмет долгое время колебался в науке, пока известный уже вам физиолог Пфлюгер не довел его до отделанности и не сделал многие стороны дела вполне достоверными. Оказалось, что и в случае прихода тепла так же аккуратно действует известный механизм организма.

Если вы берете животное при средней температуре и измеряете его газовый обмен, то получаете известную величину, а размер газового обмена и есть размер продукции тепла, потому что он связан с окислением, медленным горением. Теперь, если вы это животное из температуры в 15° поместите в температуру 0°, то у животного газовый обмен увеличится, т. е. животное начнет усиленно вырабатывать внутри себя тепло. При обратном опыте, если из средней температуры животное перенести в высокую, газовый обмен у него сокращается. Таким образом вы видите, что в организме постоянно регулируется продукция теплоты и для выработки определен-

ного количества тепла вполне планомерно регулируются работа организма и дающие тепло химические процессы

Вопрос: Как согласовать этот опыт с тем, о котором вы говорили раньше, именно, что при повышении температуры все химические процессы идут интенсивнее?

И. П. Павлов: Я вам говорил, что для этого необходимо перерезать спинной мозг, т. е. лишить животное возможности регулировать внутри себя постоянную температуру. А до тех пор, пока весь регуляционный прибор не испорчен, животное будет бороться за постоянство своей жизни и всех химических процессов.

Вопрос: Собака при жаре дышит до 400 раз в минуту, значит, у нее газовый обмен при жаре увеличивается, а не уменьшается. Как это понимать?

И. П. Павлов: Хорошо, что вы спросили относительно этого, я вам добавлю немного. В науке был большой вопрос: зависит газовый обмен от механизма дыхания или нет? Заслуга в решении этого вопроса принадлежит тому же Пфлюгеру. Сначала казалось, что механика дыхания может иметь влияние на химические процессы тела, а следовательно и на газовый обмен. Но Пфлюгер показал, что механика дыхания не есть причина газообмена, а, наоборот, есть лишь следствие его. Механика не только не влияет на газообмен, но и сама подделывается к нему. Когда надо, механика усиливается, и наоборот. Но, чтобы она сама по себе увеличивала газообмен, этого никогда не бывает.

Вопрос: Но ведь я могу вдохнуть произвольно и много и мало кислорода, могу даже так много накопить его, что буду в состоянии долгое время оставаться без дыхания.

И. П. Павлов: Это ничего не значит. Из того, что вы вдохнули много кислорода, еще не следует, что весь он пойдет в химическую реакцию. Он просто останется свободным в легких и в крови и газообмена не нарушит, так как газообмен тесно связан с химическими процессами, происходящими внутри тканей организма.

Теперь возникает следующий законный вопрос: какие же органы заведуют изменением продукции тепла в целях регуляции внутренней температуры? Не подлежит сомнению, что в первую голову, а может быть и исключительно (это в науке еще не установлено), здесь нужно поставить мышцы. Доказывается это тем, что если перерезать все двигательные нервы, т. е. нервы мышц, или же парализовать животное ядом кураре, то факт выработки тепла исчезает. Тогда колебания тепла при разных условиях исчезают. Таким образом вы видите,

что на скелетную мускулатуру возложена двойная роль. Во-первых, она есть мотор, благодаря ей животное двигается, а с другой стороны, она — печка, в ней вырабатывается тепло.

Итак, мы знаем теперь главные приборы, при помощи которых теплокровный организм сохраняет свою температуру. Несмотря на то, что он производит то много работы, а с нею и тепло, то мало и окружается то холодной, то жаркой атмосферой, он умудряется все-таки поддерживать постоянную внутреннюю температуру своего тела, гарантируя этим себе однообразие и постоянство, точность жизни.

Следующий вопрос будет такой: каким образом достигается, что все регулирующие тепло приборы начинают работать как раз тогда, когда это нужно для организма, и притом в той комбинации и в том размере, какие необходимы для достижения цели? У вас на это должен быть готовый ответ. Очевидно, это возможно при помощи управляющей ткани, т. е. при посредстве нервов. Мы переходим, значит, к вопросу об иннервации теплорегулирующих органов. Начнем с центробежных нервов, которые изменяют функцию этих органов.

Во главе теплодвижущих приборов я поставил кровеносные сосуды кожи. Об иннервации их много разговаривать нечего. Вы уже знаете, что кровеносные сосуды управляются нервами, и знаете какими нервами. Перейдем к следующим приборам, к потовым железам. Что мы знаем об иннервации желез? Заслуга в этом отношении принадлежит Гольцу, который очень убедительно показал, что потовые железы находятся под строжайшим нервным контролем и что нервы возбуждают, когда нужно, отделение потовых желез. Есть даже указания на то, что, кроме возбуждающих нервов, есть и задерживающие потоотделение нервы, но это пока висит в воздухе. Что же касается до возбуждающих нервов, то доказать это очень просто. Опыты лучше всего идут на кошках, в особенности на молодых, на котятах. У кошки очень хорошо потеют белые лапки, с нижней стороны не покрытые волосами. Вы берете котенка, достаете n. ischiadicus и перерезаете его. Тогда, вытерев лапки, вы будете их все время иметь сухими. Но как только вы раздражаете n. ischiadicus, на белых местах лапок выступают капли пота. Правда, здесь в целом опыт усложняется, потому что в n. ischiadicus есть и сосудосуживающие волокна, но в конце концов достигается такое состояние, что раздражением нерва вы легко гоните пот. Другая же форма опыта проще и всегда удается. Если перерезка нерва задержала деятельность потовых желез, то потом эту деятельность уже нельзя вызвать никакими способами, за исключением раздра-

жения нерва. Следовательно, если я кошку с перерезанным нервом помещу в теплое место, то та лапка, нерв которой перерезан, потеть не будет, а другая запотеет.

Вот кошка с перерезанным n. ischiadicus левой ноги. Она принесена в аудиторию в теплом войлоке. Левая задняя лапа бледная и совершенно сухая. Остальные же лапы розовые, блестят и покрыты потом.

Ясно, что работа потовых желез происходит при участии нервов.



Лекция третья

ИННЕРВАЦИЯ ПОТОВЫХ ЖЕЛЕЗ. — РОЛЬ БЛУЖДАЮЩИХ НЕРВОВ В ТЕПЛОРЕГУЛЯЦИИ. — ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СКЕЛЕТНОЙ МУСКУЛАТУРЫ. — ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНЫЕ НЕРВЫ. — ЦЕНТРЫ ТЕПЛОРЕГУЛЯЦИИ. — ЛИХОРАДКА

Я уже обращал ваше внимание на то, что располагаю материал несколько особенным образом и делаю это в целях педагогических. Поэтому на одних отделах я останавливаюсь полнее, а других касаюсь только вскользь. Я нарочно оставил отдел о потовых железах до главы о теплорегуляции, потому что здесь и сказывается главная роль потовых желез. Но раз уж я упомянул о них, я теперь могу остановиться на них подробнее, так как они имеют значение и помимо своей роли как испарительного аппарата.

Итак, потовые железы доставляют пот, который состоит почти на 98.5% из чистой воды. Но, кроме воды, в него входят и другие вещества, среди которых есть остатки солей, различные продукты разложений в теле, как то: мочевина и угольная кислота. То обстоятельство, что пот появляется на поверхности тела, т. е. выводится во внешнюю среду, и что в нем есть продукты разложения, указывает на другую роль потовых желез, именно — на выделительную. Как через почки выбрасываются отработанные в организме вещества, так же они выбрасываются и с потом. Потовые железы являются, значит, не только испарительным, но и выделительным прибором. Есть примеры, когда пот выбрасывает те вещества, от которых организм не может освободиться другими способами, например мочевину в тех случаях, когда почки почему-либо не могут работать. Мочевины в поте бывает иногда так много, что она ложится в виде выкристаллизовавшегося осадка на поверхности тела. Для вас это не должно казаться странным. Я уже неоднократно обращал ваше внимание на то, что организм

может выполнить определенную функцию различным способом, чем гарантируется выход для организма в критических случаях. Вы его затрудните на одном, а он восполнит это другим. Так и в данном случае. У почек имеются помощники, имеются добавочные органы в виде потовых желез.

Раз вы это себе представляете, то вы поймете, что и иннервация потовых желез должна быть разработана для всех отдельных случаев. Так оно и есть. Вы уже знаете о соотношении между почками и потовыми железами относительно выделения воды. Если вы сильно потеете, то мочи бывает очень мало, потому что вода из организма уходит другим путем, помимо мочевыделительной системы. Словом, что касается выделений воды, то эти два органа постоянно дополняют один другого.

Ввиду таких разнообразных функций потовых желез надо думать, что и иннервационный прибор их очень сложный. Я вам уже говорил, что есть предположения, основанные на экспериментальных данных, что, кроме возбуждающих нервов, у потовых желез есть еще задерживающие нервы. Что же касается до центров потоотделения, то, как показали опыты, такие центры очень многочисленны; они находятся в спинном и в продолговатом мозгу. Центры эти раздражаются и автоматически — различными веществами крови и рефлекторно — при посредстве центростремительных нервов. Факт раздражения центра чувствительными нервами вы уже видели. Автоматическим же раздражителем служит, например, угольная кислота: накопление ее при удушении животного ведет к отделению пота.

Могу вам сказать еще несколько слов о работе потовых желез, чтобы вы видели, насколько она широка. Возьмите тот факт, что угольная кислота есть автоматический раздражитель потовых желез. Вы можете понять, что раз потовая жидкость изливается во внешний мир, то в тех случаях, когда выход для угольной кислоты с поверхности легких затруднен, организм может отделаться от нее через пот.

Возьмите другой случай более частного значения. Мы часто потеем при известных затруднительных положениях жизни. У вас, например, бывает самый обыкновенный экзаменационный пот, когда вы плохо знаете предмет. Что это значит? Какой в этом смысл? По всей вероятности, этот факт наследственного, зоологического происхождения. Очевидно, в прежнее время, когда предки наши вели звериный образ жизни, потовые железы работали тогда, когда животному приходилось бороться с врагами, совершать определенную

мышечную работу. Во время борьбы мышцы сокращались, производили тепло и возникала необходимость удалить излишек тепла из тела через пот. Теперь, конечно, это потеряло свой прямой смысл, и наше теперешнее потение при волнениях есть лишь отдаленное эхо тех отношений, которые существовали раньше. Возьмите еще один случай. Во время очень сильного страха у человека при мертвенно-бледном лице выступает холодный пот. Что может означать такой факт? Ведь обыкновенно при потении кожа краснеет. Вы видели вчера у котенка, что та лапа, которая не потела, была бледная, а все остальные лапы, покрытые каплями пота, были красны. Обыкновенно, значит, при потении бывает гиперемия, а здесь наоборот. И, кроме того, пот выступает холодный. Надо думать, что это явление тоже исторически-зоологического характера. Известно, что некоторые животные не едят мертвечины, вид трупа их отталкивает. Может быть здесь, в этом потении при страхе, и есть подделка под труп, которая когда-то давала благоприятный выход человеку. Он казался мертвым, бледным, холодным и избавлялся от врага, победившего его в драке. Может быть, это и так. Ручаться, конечно, нельзя, здесь можно делать лишь предположения.

Я об этом упоминаю только кстати, а главная моя тема сейчас — вопрос о теплорегуляции. Так вот, участие потовых желез в работе происходит, значит, при помощи нервов. Вы помните, что у кошки не было потения на той лапке, которая была лишена чувствительного нерва, чувствительный нерв которой был перерезан.

Затем следуют другие органы, имеющие отношение к теплорегуляции, — легкие и полость рта, но их иннервация разработана очень мало, и остается лишь голый факт без дальнейшего анализа. Поэтому я не могу разделить, чтó в участии легких в отдаче тепла касается до центробежных, а чтó до центростремительных нервов. Я вам и укажу только на имеющийся факт, который особенно резко выступает у собаки. Если вы у собаки перережете блуждающий нерв (причем, конечно, происходит нарушение и дыхания), то у нее резко нарушается теплорегуляция. Такая собака не выносит ни низких, ни высоких температур: если ее не защитить от влияния окружающей температуры, то она погибнет или от охлаждения, или от перегревания. А между тем в Институте экспериментальной медицины была собака с перерезанными блуждающими нервами. В общем эта собака процветала, была сильной, красивой, веселой. Но при общем благополучии она не выносила колебаний температуры ни вниз, ни вверх. Однажды в летний день с ней пошли гулять

на острова. Ну, какая же у нас особенная жара, тем более на островах, где много зелени и воды! И тем не менее после полутора часов прогулки служитель должен был принести собаку на руках. Сначала она часто садилась для отдыха, а потом легла и совсем отказалась итти. Когда ее принесли в лабораторию, то оказалось, что температура у нее поднялась до 43°, вместо нормальных 37°. Конечно, ее сейчас же стали охлаждать, льдом, водой, и насилу отходили. На этот факт обратили внимание, попробовали уже в виде опыта опускать эту собаку в холодную воду, и оказалось, что она очень сильно охлаждалась и не могла удерживать свою постоянную температуру. Таков голый факт, показывающий, что теплорегуляция есть нервный процесс, что она регулируется нервами. Но ближе это не известно.

Перехожу затем к следующим органам, которые варьируют продукцию тепла. Главнейший из таких органов есть скелетная мускулатура. В последнее время думают, что и все железы принимают участие в выработке тепла, но это пока не доказано. Относительно же мускулатуры факт общепризнан. Посмотрим, каковы центробежные нервы мышечного иннервационного прибора. Можно было бы думать, что это будут обыкновенные двигательные нервы, и никаких других специальных нервов нет. Надо заметить, что у некоторых авторов есть предположение, лучше сказать — мечтания, что у мышц есть специальные нервы, которые влияют на химические процессы в них, без того, чтобы непременно существовала механическая работа мышц. Но, вероятно, такое мнение не имеет под собой реальной почвы, и мышцы являются печкой, калорифером только во время механической деятельности. Следовательно, и нервом, заведующим продукцией тепла, будет обыкновенный двигательный нерв. Но названный нерв, вероятно, работает для такой цели особенным образом, как это известно и из обыкновенного наблюдения.

Я уже говорил вам, что физиология теплорегуляции вся у нас на глазах и почти все факты можно видеть без всяких специальных опытов. Для понимания дела надо только систематизировать наши обыденные наблюдения. Кто же не знает, что в холоде и животные и человек дрожат!? А что такое дрожание, как не особая работа мышц!? В этом отношении существуют очень точные наблюдения. У человека появление дрожи есть непременное условие повышения выработки тепла в теле, о чем можно заключить, измеряя газовый обмен. Поэтому некоторые авторы считают, что, пока нет дрожи, нет и увеличенной выработки тепла. У человека по крайней мере повы-

шение продукции тепла связано с этой особенной работой скелетной мускулатуры. Смысл такого дрожания понятен. Ведь когда мускул сокращается, то та энергия, которая освободилась при химическом разложении пищевых веществ, имеющем место в процессе сокращения, в значительной части идет на механическую работу, и только часть ее идет на теплоту. Так что можно понять, что в организме будет и другой вид мышечной работы, когда бо́льшая часть энергии пойдет на превращение в теплоту. Если мы станем на этом, тогда можно считать, что центробежные нервы, заставляющие мышцы вырабатывать тепло, есть обыкновенные двигательные нервы, но особенным образом раздражаемые и действующие.

Итак, с центробежными нервами мы познакомились. Но, кроме них, должны быть еще периферические, центростремительные нервы, которые передают раздражение в центр извне. Ясно, что в отношении центростремительных нервов у нас прежде всего на виду термические нервы, т. е. те нервы, которыми мы ощущаем тепло и холод. Вы слышали уже на приват-доцентских лекциях, что таких нервов надо признать два сорта: нервы тепловые, которыми мы воспринимаем тепло, и холодовые, которыми мы чувствуем холод. Что действительно надо признать два сорта нервов, видно из того, что тело наше чувствует температуру отдельными точками своей поверхности. Одной точкой на поверхности кожи вы чувствуете тепло, а другой холод. Очевидно, имеются два различных нервных окончания в коже. А раз мы имеем два специальных окончания, то и весь путь этих нервов до мозга надо представлять себе отдельным. Очевидно, через указанные нервы будут проходить раздражения, с них же будут получаться и рефлексы на тело. Хорошего физиологического доказательства здесь еще не представлено, но есть доказательства из области патологии — доказательства, которые дает сама природа. Есть особое заболевание спинного мозга, которое выражается в нарушении именно термической чувствительности кожи. Особенно часто бывает потеря холодового ощущения. При таком заболевании перед нами имеется случай поражения термических центростремительных нервов. И, кроме того, очень интересно, что у таких больных как раз чрезвычайно резко замечается нарушение теплорегулирующей способности. Это есть как бы опыт, форменный опыт, ничуть не хуже наших лабораторных опытов, но сделанный не физиологом, а самой природой. Здесь тоже как бы перерезаны, — не ножом, а функционально, — нервы, несущие термические ощущения. Из этого опыта природы явствует, что теплорегулирующий процесс есть процесс

рефлекторный, т. е. внешняя температура действует на окончания нервов в коже, раздражение передается в центр, и, таким образом, вызывается восстановление внутренней температуры или выработкой тепла, или расходом его. Этот опыт природы нисколько не уступает по убедительности нашим лабораторным опытам.

Этим фактом, конечно, не исключается возможность и автоматического раздражения центра свойствами крови. Прежде всего подходящим раздражителем будет температура крови. Есть указание, что нагретая больше нормы кровь, омывая мозг, ведет к расширению кожных сосудов. Но глава физиологии об автоматических раздражителях разработана относительно слабо.

Таким образом вы знаете теперь нервы и центробежные и центростремительные. У нас остается еще один вопрос о центрах, где периферические раздражения перерабатываются в идущие от центров нервные импульсы. Что касается до этого вопроса, то он занимал физиологов давно, но нельзя сказать, чтобы был решен, хотя мы теперь и в более счастливом положении, чем прежние физиологи.

Понятно, что раз есть центробежные нервы, относящиеся к нескольким органам, преследующим одну цель, то мыслимо, что эти нервы будут слажены, сорганизованы между собою, т. е. имеют общий пункт, общий центр. Так вот о таком пункте, тепловом центре, у нас и пойдет речь.

После нескольких попыток поместить этот центр то там, то сям физиологи остановились на помещении его в боковом отделе головного мозга, именно в corpus striatum. Если вы имеете кролика и производите укол в определенное место corpus striatum (сделать это можно даже и без трепанации черепа), то, повидимому, без всяких нарушений во внешнем поведении у животного чрезвычайно повышается температура, градуса на два — на три. Очевидно, своим уколом вы нарушили какой-то орган, откуда дается приказ относительно регуляции тепла.

Как же понимать это явление? Вариации опытов показали, что его надо рассматривать как явление раздражения. Ведь понятно, что дело можно понимать на два лада: или это есть следствие разрушения чего-то, или следствие механического раздражения. Дальнейшая вариация опыта показала, что здесь имеется раздражение известного пункта центральной нервной системы. Пробовали проделывать уколы иглой из электродов (конечно, игла должна быть стерилизована, чтобы не внести заразы). Сначала происходило повышение температуры, а потом

постепенно температура спадала. Но если теперь через иголку-проводник, не двигая ее и ничего не раздражая, пропустить электрический ток, то снова получается повышение температуры. Факт вполне бесспорный, что в corpus striatum есть соединенный центр всех нервов, которые заведуют и отдачей и выработкой тепла, ибо при этом раздражении наблюдается и сужение кожных сосудов. Вы посмотрите, когда вы можете ждать повышения температуры? Тогда, когда органы, регулирующие отдачу тепла, будут по возможности не пускать тепло наружу, а заведующие теплопродукцией органы вместе с этим будут вырабатывать тепло. В данном случае так и есть. Сужаются сосуды, не позволяя теплу уходить из тела, и повышается газовый обмен; значит, увеличивается выработка тепла. В условиях обыденной жизни это произошло бы тогда, когда человеку холодно, когда он на морозе, когда тепловой центр раздражался бы внешним воздухом. Тогда это имело бы смысл и повело бы к установлению нормальной температуры, никакого повышения температуры не было бы, так как организм действительно нуждался в тепле. Ну, а здесь, в опытах, вы исходите из нормальной внешней температуры и, понятно, получаете перегревание животного, так как раздражение центра произошло насильственно, без всякой нужды.

Таким образом мы имеем перед собою более или менее полную картину теплорегулирующего иннервационного прибора.

Я прибавлю вам к этому отделу еще несколько слов относительно того, что называется лихорадкой. Что такое лихорадка? Это есть повышение температуры против нормы. Лихорадка — общее явление, которое наблюдается при массе патологических состояний организма. Как же происходит здесь уклонение температуры от нормы? Очевидно при посредстве всех тех органов, которые являются участниками теплорегулирующей деятельности организма. Это их, именно их работа, чем-то вызванная, делает то, что температура повышается сверх нормы. Зная то, что я сказал вам о приборе с тепловым центром, вы видите, что такая работа возможна. Ведь если я без всякого холода, раздражая в мозгу тепловой центр уколом, повысил температуру и получил лихорадку у животного, значит, и сам организм может получить это. Так, действительно, и происходит. Вы знаете, что заболевший какой-либо лихорадкой человек бывает бледен; затем его знобит, он дрожит, и у него повышается температура. Это совершенно то же самое, что получилось, когда я уколол кролика в corpus striatum. У него тоже побледнела кожа, а затем получилась усиленная

выработка тепла. То же и у больного человека: у него сокращается расход тепла и усиливается производство тепла. Словом, организм его начинает работать так, как будто бы извне есть холод. Вопрос: что же вызывает такую ненормальную деятельность? Раздражители, конечно, существуют разные. Может быть, есть особые химические вещества, которые действуют на центр, раздражая его.

Теперь, как понимать такую работу; зачем оно, это повышение температуры? — вопрос, который нельзя представлять решенным, но относительно которого все-таки можно высказывать верные предположения. В картине болезни не все есть поло́м, ненормальная деятельность, а в эту картину входят и чисто физиологические явления, которые относятся к болезни только потому, что они экстренны, необычны. Например, вам в желудок попало что-нибудь вредное, и появляется рвота. По общему мнению, это уже болезнь, а, между тем, здесь все сводится на обыкновенную физиологическую деятельность, только экстренную. Что-то вредное попало и выбрасывается вон. Тут еще никакой болезни нет, а лишь предупреждается болезнь. Но так как организм принимает экстренные меры, которых нормально не бывает, то они и относятся на счет болезни. Возьмите далее хотя бы понос. Он может быть и чисто физиологическим актом, предупреждающим настоящий разрушительный процесс. Вы помните, что у собаки с кишечной фистулой достаточно было прикоснуться палочкой к слизистой оболочке кишки, как потекло много сока. Смысл этого понятен. Инородное тело раздражает слизистую оболочку кишки, благодаря чему течет много жидкого кишечного сока, который и смывает вредное тело, удаляет его.

Итак, нужно отделять чисто физиологические элементы от собственно болезненных. Ну вот, относительно лихорадки и идет спор, как понимать ее — самой ли болезнью или физиологическим элементом, предупреждающим болезнь. В некоторых случаях есть несомненные указания, что повышение температуры тела здесь чисто физиологическое проявление. Основание для этого состоит в том, что жизнь многих болезнетворных микроорганизмов очень приурочена к определенным градусам. Стоит изменить температуру градуса на два, на три выше или ниже, и жизнь для них уже затруднена. Значит, если такой вредный микроорганизм попадет к человеку, то стоит организму человека повысить температуру и она победит болезнь. Есть указание, что повышение температуры — один из методов борьбы. Раньше врачи боролись со всяким повышением температуры, думая, что это уже само по себе

болезнь, а теперь такая точка зрения оставлена. С повышением температуры борются тогда, когда думают, что оно может быть опасно для организма. Обыкновенно же против него не принимают никаких мер, считая, что оно ведет борьбу в пользу организма, а не во вред ему. Но об этом вы подробно узнаете из общей патологии.

Как вы думаете: при искусственно вызванной лихорадке у кролика, кошки, что будет с потовыми железами? Конечно, они останутся в покое. Значит, нужно считать, что потовые железы в таком случае не работают. Ведь только при этих условиях температура и может легко уклониться от нормы, когда все сводится к тому, чтобы накопить тепло. Если бы потовые железы работали, то никакого повышения температуры и не получилось бы. Что же следует из этого? Как это может быть? Это может быть только при существовании задерживающих нервов потовых желез. Обыкновенно, когда повышается температура, мы имеем случай раздражения высокой температурой потовозбуждающих нервов. Наш укол, очевидно, раздражает сосудосуживающие нервы, нервы, сокращающие мышцы, и потозадерживающие нервы. В случае же обыкновенной лихорадки можно было бы предположить еще всякие токсины, которые отравляли бы потовозбуждающие нервы и прекращали их функцию. А при уколе ведь никаких токсинов нет и без допущения потозадерживающих нервов нельзя объяснить себе, почему потовозбуждающие нервы, обыкновенно раздражаемые высокой температурой, в данном случае не раздражаются, хотя высокая температура налицо.



ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ



Лекция первая

ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. — ПОНЯТИЕ О РЕФЛЕКСЕ. — АНАЛИЗ ПУТИ РЕФЛЕКТОРНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Мы закончили изучение первой половины физиологии — физиологии растительных процессов, и я перехожу ко второй половине физиологии. Этот раздел физиологии, или второй том, если писать книгу, тоже большой и состоит из физиологии чисто животных процессов. Сюда входит физиология мышечной системы, физиология нервной системы и как отдел последней физиология органов чувств. Второй том физиологии одновременно со мной на тех же правах читали вам приват-доценты. Значительную часть этого тома вы уже знаете, и на мою долю остается небольшая часть, а именно — специально частная нервная физиология и частная мышечная. К сожалению, частная мышечная физиология вообще никогда не читается, и мне придется вам читать только частную нервную физиологию. Из этой последней, из частной нервной физиологии, мы уже значительную часть изучили. Я вам говорил про нервы разных органов, про splanchnicus, ischiadicus и т. д.

В общей нервной физиологии решаются вопросы о том, что такое возбуждение, чем нервы возбуждаются, при каких специальных условиях действует возбудитель. Там изучаются условия действия электрического возбудителя, говорится о проводимости возбуждения, о том, как оно измеряется, говорится об общих термических, химических и электрических явлениях в нервной системе.

На мою долю, как я уже говорил, остается частная нервная физиология, т. е. то, что мы знаем об отдельных частях нервной системы.

Но из этого отдела, как я сказал, мы уже познакомились со многим, когда говорили об иннервационных приборах при

разнообразных органах. Я вам упоминал и о периферической нервной системе и о центрах. Значит, и из частной физиологии мы со многими вещами уже познакомились. Все-таки, несмотря на это, ее еще остается порядочно. Можно было бы сказать так: если бы я перебрал все иннервационные приборы тела, тогда бы от частной физиологии ничего не осталось, так как я перебрал бы все части нервной системы. Но тут есть вот какая особенность. Есть один очень важный и огромный орган, физиологии которого я не касался, иннервация которого, однако, и пространственно и во времени преобладает над всеми другими иннервационными приборами. Этот орган — скелетная мускулатура. Вся видимая жизнь организма, все соотношения его с внешним миром производятся при помощи мышечной работы. И вот, если бы я описал все подробно и о мышцах, то тогда действительно из частной физиологии ничего не осталось бы не рассмотренным нами. Этой мышечной физиологией я сейчас и займусь. В этом отношении особенной систематизации еще нет. По принятому нами порядку сначала надо было бы рассказать о деятельности мышц, а потом подробно описать их иннервационный прибор. Тогда бы план был выдержан. Но пока здесь системы такой нет, и я буду говорить вам только то, что касается новых сторон иннервации скелетной мускулатуры, а что касается других нервных приборов, то я буду упоминать старые факты.

В отношении иннервационного прибора мышц мы пойдем обычным путем и сперва займемся описанием центробежных и центростремительных нервов. Здесь мы прежде всего попадаем в большую историческую полосу, которая имела огромное значение для всей физиологии нервной системы. Для того чтобы хорошо оценить новое, необходимо прежде понять и оценить старое, и мне представляется нужным сделать это относительно физиологии нервной системы. Вы так много слыхали о разных нервах и так много видели их, что разговор о чувствительных и двигательных нервах не может у вас вызвать сейчас особого интереса. Между тем установление факта существования и чувствительных и двигательных нервов было в физиологии огромным происшествием. Оно произошло сто лет тому назад. Раньше не знали, что существуют особые нервы чувствительные и особые — двигательные, а думали, что все идет по одним и тем же нервам. Никакого доказательства, что нервы бывают различные, не было. Теперь установлены сотни различных нервов, а тогда не было разделения нервов даже на два рода. Поэтому открытие это было огромным, плодотворным для науки событием.

Из-за чести этого открытия и до сих пор спорят две нации. Дело в том, что опыты и наблюдения были произведены почти одновременно двумя физиологами — английским и французским. И вот поэтому еще и теперь как англичане, так и французы стараются доказать, что первым это открытие сделал их соотечественник. Уже из самого спора, кому принадлежит первенство — англичанину ли Беллу или французу Мажанди,— видна вся важность этого нового факта. Мы не французы и не англичане, и в данном случае для нас важен только факт и то, как он был установлен. Установлен же этот факт благодаря тому, что у животных чувствительные нервы, по которым с периферии приносятся раздражения в центральную нервную систему, идут по задним корешкам спинного мозга, а двигательные, приносящие раздражение к мышцам, идут по передним корешкам. Оказалось, значит, что природа разделила две группы нервов, чувствительные и двигательные, и они идут по отдельным дорогам. Мажанди и Белл в различных вариациях опытов демонстрировали этот факт и сделали его несомненным. Этот исторический опыт мы сейчас и воспроизведем.

Вот у меня специально подготовленная лягушка, и я определю, что у нее перерезано. У нее левая задняя лапа подтянута, а правая волочится — опущена. Когда я прикасаюсь к правой вялой лапе, то лягушка двигается. Из этого мы заключаем, что чувствительные нервы правой лапы остались целы, а двигательные — уничтожены, в результате чего лапа эта и парализована. Следовательно, у лягушки с правой стороны перерезаны передние корешки и правая лапа потеряла двигательную способность, но сохранила чувствительность. Левой ногой лягушка управляет и двигает. Я давлю сейчас левую лапу: лягушка никакого движения не делает, значит, никакие импульсы не доходят до мозга. Очевидно, в левой ноге здесь сохранен двигательный корешок, но перерезан чувствительный.

Первое впечатление от такого опыта было чрезвычайное, что и понятно, так как этот фундаментальный факт перевернул все прежние представления. Фактом этим занялись многие авторы, и вот при вариациях опыта получилось некоторое разочарование. Получилась некоторая противоречивость, которая набросила тень на самый факт. Именно, когда вы делаете опыт посредством перерезки нервов, то он дает без исключения тот результат, который вы сейчас видели. Но вы уже могли видеть, что физиолог изучает функции нервов двумя способами, применяя или перерезку, или раздражение. Только тогда, когда результаты и в том и в другом случае сойдутся, дело считается

решенным. Когда же применили и метод раздражения, то этот факт как будто не подтвердился. Если опыт с перерезкой верен, то надо ждать, что при раздражении переднего корешка вы не получите никаких эффектов чувствительности. А между тем оказалось, что если раздражать передний корешок, то животное начнет кричать, биться, т. е. оно раздражение чувствует. Выходило резкое противоречие. Однако при детальном исследовании оказалось, что никакого противоречия нет. Оказалось, что дополнительный опыт с раздражением, если он верно истолкован, не только не опровергает прежде полученного результата, а еще усиливает его. Как же понимать это?

Надо заметить, что раздражение с одного нерва на другой нигде, кроме спинного мозга, не передается. Следовательно, нельзя считать, что когда мы раздражали передний корешок, то раздражение каким-нибудь образом перекинулось и на чувствительный корешок, а надо принимать, что такое раздражение прямой дорогой пошло в спинной мозг. Разгадка этого не сразу понятного факта была в том, что все части организма снабжены чувствительными нервами. Передний корешок есть тоже часть тела, и он тоже снабжен своими собственными чувствительными волокнами. Нет никаких оснований считать, что у этого корешка нет чувствительности. Здесь странного ничего нет. Вопрос, значит, теперь заключается лишь в том, как входят в спинной мозг чувствительные волокна переднего корешка: идут ли они по самому переднему корешку, или они поворачивают в задний корешок и уже по нему достигают спинного мозга. Как же решить вопрос? Для этого надо было перерезать передний корешок, раздражать оба конца его и смотреть, от которого конца животное будет чувствовать боль — от центрального или периферического. Если бы боль получилась при раздражении верхнего центрального конца, тогда это действительно было бы опровержением указанного закона, но ничего подобного не было. Когда раздражали оба конца перерезанного переднего корешка, то видели, что боль получалась только при раздражении нижнего конца нерва, раздражение же верхнего ничего не давало. А так как боль может произойти только в том случае, когда раздражение пойдет к спинному мозгу, то опытом этот закон подтверждался, а не опровергался; было ясно, что ни одно чувствительное волокно не входит в спинной мозг помимо заднего корешка. Делают еще и такой опыт. Перерезают задний корешок и уже после этого раздражают передний. Оказывается, что никаких чувствительных эффектов в таком случае не получается. Ясное дело, что и чувствительные волокна переднего корешка

не составляют исключения из общего правила. Видите, как все это интересно и какая тут интересная методика.

Итак, чувствительные волокна переднего корешка поворачивают назад к заднему корешку и вместе с ним входят в спинной мозг. Явление это носит в физиологии название возвратной чувствительности; вы его запомните, так как встретитесь с ним в книгах. Нерв здесь делает поворот, петлю. Этот прием (петля) находит широкое применение в организме и имеет большое практическое значение. Благодаря ему перерезка нерва к какому-нибудь органу не всегда лишает его двигательной способности или чувствительности. Вы перерезаете нервные стволы, а деятельность нерва остается, т. е. остается связь с центральной нервной системой.



Лекция вторая

ОБЩИЕ МЕХАНИЗМЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.— СУММАЦИЯ РАЗДРАЖЕНИЙ.— УТОМЛЯЕМОСТЬ ЦЕНТРОВ.— ХИМИЗМ ЦЕНТРОВ

Вчера мы перешли к частной нервной физиологии. Наше внимание прежде всего занял факт, который известен под названием закона Белла—Мажанди. Факт состоит в том, что при перерезке задних корешков получается чувствительный паралич, а при перерезке передних корешков — двигательный паралич. Этот факт является главнейшим, фундаментальным в учении о периферической нервной системе.

Я перехожу к спинному мозгу. Мы будем изучать то, что относится к роли, функциям и значению центральной нервной системы. Мы будем говорить о понятии, с которым я вас хорошо познакомил в течение многих предшествующих опытов. Это основное понятие, фундамент учения о деятельности всей нервной системы, есть понятие рефлекса.

Вот лягушка, у которой удалена голова вместе с головным мозгом. Лягушка располагает всей периферической нервной системой, а из центральной — спинным мозгом. Что же мы видим на примере такой лягушки? Видите, она может ползать; когда я ее раздражаю, она даже прыгает, исполняет такую сложную работу, как ходьба, — перемещение тела в пространстве. Когда я ее не беспокою, она остается неподвижною в одном положении. Обыкновенно лягушка опирается на передние лапы и подтягивает задние. Если же я буду ее раздражать, то она станет отвечать на раздражение теми или иными движениями. Вот я раздражаю механически концы пальцев на задних лапах, лягушка подбирает вытянутую ногу. Все это происходит, конечно, при участии нервной системы. Что вы, собственно, видите, какой перед вами факт? Вы видите, что на животное, на некоторые его части действует известный

внешний агент, в данном случае давление, и в ответ на это как реакция животного организма происходит известная работа мускульной ткани. Мускульная ткань сокращается, и происходит передвижение или отдельных частей тела, или всего животного. Суть дела, значит, такова: когда на животный организм действует внешний агент, то в ответ на это как реакция появляется сокращение мускульной ткани. Теперь, как она происходит, эта реакция? Мы знаем, что происходит она при посредстве нервной системы, потому что если мы нервную систему исключим, то такое явление исчезнет и никакой реакции не будет. Убедиться в этом легко. Вы можете перерезать нервы ноги, и тогда, сколько ни будете давить на ногу, ничего не получится. Таким образом мы можем формулировать первое положение, что специальная реакция мышечной ткани на внешний агент происходит при посредстве нервной системы.

Такая реакция организма на внешний мир, осуществляющаяся при посредстве нервных процессов, и носит название рефлекса. Понятие рефлекса — подлинное естественно-научное понятие; впервые оно было выработано при опытах на подобной лягушке, а на слюнные, например, железы перенесено уже отсюда.

Что понятие рефлекса так же научно и точно, как и понятие о химически постоянных реакциях, доказывается тем, что, пока организм лягушки живет, он всякий раз на раздражение отвечает движением, тем или иным подтягиванием лапы. А если я лягушку не буду совсем раздражать, уничтожу все возможные внешние раздражения, то она так и останется до смерти в одном положении без движений. Словом, это — такое же закономерное явление, как и явления физические и химические, которые связаны строгими законами, а поэтому и понятие рефлекса — подлинное естественно-научное понятие.

Рефлекс надо считать краеугольным, основным фактом, относящимся к деятельности нервной системы. Рассмотрим сейчас подробности этого явления. Как происходит реакция, осуществляющаяся при посредстве нервной системы? Вы увидите, что этот факт мы можем разобрать довольно точно. Из общей физиологии вы знаете, что нервное волокно, раз на него действует энергия внешнего мира, превращает эту энергию в свой собственный процесс, в нервное возбуждение. Вот первый основной факт, что многообразные энергии внешнего мира, соприкасаясь с нервными волокнами, трансформируются в нервный процесс. А другой важный факт тот, что энергия, родившаяся в определенном нервном пункте, распространяется дальше по нервной ткани, пока эта ткань

непрерывна. Вот основные свойства нервной ткани. Зная их, мы можем легко себе представить и ход тех процессов, о которых у нас идет речь: как происходит, что лягушка при давлении подергивает лапой? В лапе находятся концы чувствительного центростремительного нерва. Моя механическая энергия давления на этом кусочке чувствительного нерва лягушки превращается в нервное возбуждение, или, как обыкновенно говорят, механическая энергия раздражает нерв. И вот, нервное возбуждение пошло вдоль нервного волокна, по заднему корешку вошло в спинной мозг, в спинном мозгу оно перешло на двигательный нерв, по которому оно дошло до известного мускула, здесь возбуждение из нервного процесса превратилось в мускульный процесс, что и выразилось у лягушки в передвижении лапы. Доказать, что это происходит действительно так, — легко. Если я перережу задние корешки ноги, то такой рефлекс исчезнет, как это вы и видели вчера. Сколько я ни давил на правую лапу лягушки, ничего не получалось. Если я перережу передние корешки, то результаты будут такие же. Ясно, что наша реакция идет именно по нервной дороге. Следовательно все, что касается периферической нервной системы, очевидно из вчерашнего опыта.

Дальше по порядку стоит следующий вопрос. Действительно ли это так, что нервное возбуждение заходит в спинной мозг и что в спинном мозгу происходит переход его с чувствительных волокон на двигательные? Доказать легко и это. Стоит только у лягушки через верхнее отверстие спинномозгового канала разрушить спинной мозг, и рефлекс исчезает. Мы прерываем путь возбуждения посредине, подобно тому как раньше, перерезывая корешки, прерывали его сбоку.

Я проникаю в спинной мозг иглой и разрушаю его. Видите, все явления исчезли. Раздражаю лапы лягушки руками, давлю очень сильно, а никакого рефлекса нет. Ясно, что нервное возбуждение переходит с заднего корешка на передний в спинном мозгу.

Вы можете спросить: может быть лягушка погибла? Нет, лягушка жива, и в этом можно убедиться. Мы раздражаем сейчас электрическим током n. ischiadicus на ноге. Видите, нога вытягивается. Все работает великолепно. О смерти не может быть и речи. Вскрываем грудную полость: сердце бьется. Смерти нет, но рефлекс исчез.

Повторяю еще раз. Рефлекс есть закономерная, необходимая реакция определенной части живого вещества организма, в данном случае мускулов, на внешний агент, реакция при посредстве нервной системы. Без участия нервной системы

рефлекса нет. Если приложить электрический раздражитель прямо к мускулу, то хотя мускул и сократится, но это рефлексом не будет, потому что здесь исключена нервная система.

Если вы внимательно слушаете и думаете, то у вас уже должно быть возражение. Моя формулировка понятия рефлекса — не точная. Вы можете сказать: «Если принять целиком все Ваши слова, то в таком случае надо признать, что когда мы действовали электричеством на нерв ischiadicus и получали сокращение мышцы лапы, то это тоже был рефлекс. А между тем мы это рефлексом не считаем». К моему определению надо прибавить: «реакция в целом организме, при нормальном ходе жизни». Тогда это будет настоящий рефлекс. Опыт же с n. ischiadicus совершенно искусственный, так как нормально раздражение к нерву внутри никогда не прикладывается. Разве только при болезненных процессах, когда какая-нибудь опухоль давит на нервный ствол, но это тоже случай искусственный, ненормальный. Нормальный, настоящий рефлекс начинается, значит, не с середины, а проходит полагающийся ему в организме путь с чувствительных окончаний до конца двигательных или секреторных волокон.

Так вот, мы знаем теперь, что рефлекс имеет место в организме только так, как я его описал: раздражение начинается с периферического конца нерва, проходит по нему, входит в спинной мозг, при помощи спинного мозга перебрасывается на двигательный нерв, по двигательному нерву доходит до мускула, превращается там в новую энергию и проявляется во внешнем явлении — в передвижении частей организма.

Что касается детального изучения, то вы понимаете, что главное внимание должно быть уделено деятельности центральной части нервной системы. О периферических нервах больше, пожалуй, говорить нечего. О свойствах их было много сказано, и много этих нервов я вам показал в течение курса. Слова, которые употребляются здесь, вам известны: центр, центробежный, центростремительный нерв. Что касается пути, по которому идет возбуждение, то он называется рефлекторной дугой. Звеньями дуги будут периферические окончания, центростремительный нерв, центр, центробежный нерв.

Мы и займемся изучением центрального звена рефлекторной дуги, которое находится в спинном мозгу. Изучение этого центрального звена составляет самое существенное из учения о нервной системе. Но оно и наиболее сложно. Установление полного понимания этого звена неизвестно когда будет закончено. Здесь хватит работы на сто лет, а то и больше, такая это огромная задача.

Вопрос, который мы поставим относительно центрального звена нервного пути, будет такой: какие есть данные, характеризующие эту часть как особую часть, которая позволяет отличить ее от остальных звеньев рефлекторной дуги? С этими данными я вас сперва и познакомлю.

Гистология совершенно отчетливо указывает, что центральное звено должно быть особенным. Указание заключается в том, что это звено имеет другую конструкцию. Периферические звенья состоят из нитей, клеточных отростков, а центральные состоят из нервных клеток. Конечно, в настоящее время никто не сомневается в том, что нервные клетки представляют особо важную часть рефлекторной дуги. Я вам сейчас покажу самый простой, но своеобразный опыт. Я перед вами подвергну животное отравлению двумя ядами, противоположно действующими на нервную систему. Один яд — хлороформ. Он парализует нервную систему, лишает ее чувствительности. А другой яд — стрихнин. Он, наоборот, возбуждает нервную систему, повышает чувствительность. Вы увидите, как две одинаковые лягушки окажутся, благодаря различному отравлению, в двух различных состояниях. Одна лягушка потеряет чувствительность, у нее не будет никаких рефлексов. А к другой лягушке, наоборот, нельзя будет прикоснуться даже очень осторожно без того, чтобы не вызвать рефлекса. Тут будут два крайних состояния организма, и эти состояния, как окажется, совершенно не будут связаны с периферической нервной системой. Я попробую раздражать n. ischiadicus и получу результат, из которого будет ясно, что нервные волокна ядами не тронуты и что место действия обоих ядов есть центральная часть — нервные клетки. Получится факт резкого функционального обособления периферической части нервной системы от центральной.

Приступаем к опыту. Мы введем обыкновенным лягушкам противоположно действующие яды, яд возбуждающий — стрихнин и другой, парализующий яд — хлороформ. Мы это делаем на целом животном, чтобы скорее происходило всасывание, а когда яд войдет в центральную нервную систему, мы отрежем лягушкам головы. Стрихнин впрыскивается лягушке под кожу, а хлороформ вводится на вате под колокол, где находится другая лягушка.

Вот лягушка, отравленная стрихнином. Яд уже действует. Лягушка ходит раскарякой. Видите, лапы как деревянные. Маленькое прикосновение вызывает быстрое отбрасывание задних лап. Лягушка брыкается. Стучу по столу, получается то же самое. Вот как стреляет. Беру в руку лягушку. Задние

лапы вытянуты горизонтально, как деревянные, туловище тоже вытянуто, передние лапы сведены, а голова откинута назад под углом в 45°. Вы видите, что у лягушки вся скелетная мускулатура от раздражения приводится в деятельное состояние. Та поза, которую постоянно принимает лягушка, обозначает известное соотношение сил различных групп мускулатуры. У лягушки на ногах одинаково раздражаются и флексорные и экстензорные мышцы, но так как экстензоры сильнее флексоров, то задние ноги и вытянуты. У передних же ног, наоборот, флексоры сильнее экстензоров, и эти лапы сведены. На спине опять экстензоры сильнее. Понимать полученный факт надо так, что от каждого раздражения происходит возбуждение всей скелетной мускулатуры и животное принимает такую позу, которая отвечает различной силе сокращения мышц.

А вот лягушка, отравленная хлороформом. Все рефлексы у лягушки исчезли. Она, как тряпка, не отвечает на раздражения. Отпрепаровываем n. ischiadicus. При раздражении его электричеством получаем обычный эффект сокращения, но более слабый. Рефлексов, значит, у этой лягушки нет, а при прямом раздражении нерва сокращение получается. Очевидно, у лягушки какая-то часть, входящая в рефлекторную дугу, парализована. Но мы видим, что периферическая часть действует, следовательно парализована только центральная часть.

Надо вам сказать, что хлороформ есть протоплазматический яд и если он применяется в большой дозе, то он отравляет все, парализует все клетки. Но все-таки можно поставить опыт так, что никакого повреждения периферической нервной ткани не будет, а рефлексы, несмотря на это, будут отсутствовать.

Итак, вы видели два противоположных состояния. У одной лягушки вся рефлекторная деятельность повысилась, а у другой исчезла. При этом испытания показали, что периферическая нервная система не изменилась; значит, все изменения произошли в центральной нервной системе. Вот грубая иллюстрация того, что имеются основания резко различать физиологически периферическое звено рефлекторной дуги и центральное звено; иначе говоря, есть физиологическое различие между периферическими волокнами и нервными клетками.

Затем, детальное исследование показало существенную разницу между функциями и свойствами центра и периферических нервов. Я вам укажу на несколько таких свойств. Но прежде отмечу вот что. Нервный процесс гораздо более инертен в нервной клетке, чем в волокне. Нервное возбужде-

ние быстро уходит из нервного волокна, а в нервной клетке оно остается надолго. Это сказывается и в отношении к раздражителям. Если вы раздражаете нервное волокно коротким по времени раздражителем, то вы можете получить эффект. Короткого возбуждения достаточно для того, чтобы нерв на него реагировал. А если вы раздражитель такого же короткого протяжения приложите к нервной клетке, то она по своей инертности может и не ответить на раздражение. В связи с этим находится и то, что, в то время как процесс возбуждения из волокна быстро исчезает, тот же нервный процесс, вызванный в нервной клетке, остается в ней очень долго: минуты, часы, дни, а то и годы. Итак, хотя в нервной клетке процесс не скоро может быть вызван, но зато — раз он произошел, то он останется в ней на долгое время. Иллюстрацию такой большой инертности нервной клетки по сравнению с волокнами мы вам покажем, применяя в качестве раздражителя индукционный ток.

Если вы индукционным током, который дает короткие раздражения в момент замыкания и размыкания тока, будете действовать на двигательный нерв, то таких коротких толчков будет достаточно, чтобы всякий раз вызвать сокращение мышц. Если же вы теми же индукционными ударами будете действовать на чувствительный нерв, то вы каждым отдельным ударом рефлекторного действия не вызовете. Удары должны быть повторены несколько раз, чтобы произошел рефлекс. Один удар очень быстр, а нервная клетка слишком инертна и не успевает притти в возбуждение. Но вследствие той же инертности от вашего короткого раздражения след все-таки сохранился в клетке. Второй удар тоже не успеет произвести эффекта, но он прибавится к первому остатку раздражения. И вот, если вы пустите 5—10 ударов, эти остатки, следы, прибавляясь к прежним, в своей суммации, наконец, дадут такое накопление нервного возбуждения в нервных клетках, которого будет достаточно, чтобы выразиться в известном нервном процессе и в видимом эффекте.

Для того чтобы убедиться в этом, делается очень простой опыт. У лягушки с отрезанным головным мозгом окружают проволокой одну из лап и затем в первичной спирали индукционной катушки замыкают метрономом через известные промежутки электрический ток. Мы сейчас этот опыт сделаем, будем раздражать лапу лягушки отдельными, отставленными на известное время индукционными ударами.

Вы увидите, что при каждом ударе произойдет сокращение соответствующей лапы. Этот индукционный толчок попадет

на центробежные элементы и сейчас же вызовет сокращение. Но никаким общим движением лягушка не ответит. Удары должны будут повториться несколько раз, чтобы лягушка, наконец, прыгнула. Из этого вам совершенно ясно противоположение между периферическими и центральными нервными элементами.

Вы понимаете, что инертность нервной клетки есть чрезвычайно важное свойство центральной нервной системы. Чем выше мы будем брать нервные клетки, поднимаясь от спинного мозга к головному, тем больше будет повышаться и это основное свойство инертности клеток. Очевидно, что вся наша сложная психическая деятельность и основывается на такой инертности. Если бы у нервных клеток не было инертности, то мы жили бы секундами, моментами, у нас не было бы никакой памяти, не было бы никакой выучки, не существовало бы никаких привычек. Поэтому инертность надо считать самым основным свойством нервной клетки. Благодаря ей нервная энергия накапливается и удерживается от расхода до известного срока.

В связи с этим надо упомянуть другой факт, который до известной степени относится сюда же. Вы знаете из общей физиологии, что нервный процесс (энергия возбуждения), вызванный в известном пункте, движется по нервному волокну с определенной быстротой, — у лягушки с быстротой около 23 метров в секунду. Скорость, как видите, очень маленькая по сравнению со скоростью, например, световых или электрических волн. Такое свойство нервной ткани называется в физиологии проводимостью. Этот факт в свое время произвел огромное впечатление. Одно время воображали, что в нервной ткани процессы идут с неимоверной быстротой, которая «за пояс заткнет» быстроту электрических волн, световых и т. д. А в конце пятидесятых годов Гельмгольц (сперва физиолог, а потом физик и математик) измерил эту быстроту, и она оказалась много меньше, чем думали раньше. Итак, значит, у нервного волокна скорость 23 метра в секунду. А скорость движения того же нервного процесса возбуждения в центральной нервной системе во много раз меньше. Следовательно, можно считать, что проводимость нервной клетки отличается от проводимости нервных волокон.

Дальше следует сказать, что из всех элементов нервной системы сложный химизм отмечен больше всего в нервной клетке. В то время как химизм в нервном волокне почти неуловим, химические процессы в нервной клетке сравнительно ясно выражены, что и понятно, так как нервная клетка

выполняет трофическую функцию по отношению к своим отросткам.

Вернемся к нашему опыту. Лягушка подготовлена указанным выше образом. Замыкаем ток при помощи метронома. Всякий раз от действия тока на двигательный нерв получается два движения ноги: одно — в момент замыкания и другое — в момент размыкания тока, при опускании в ртуть прикрепленной к метроному проволоки и при поднимании ее. Двигательный нерв ноги отвечает на каждый отдельный удар, а общего рефлекса нет. Очевидно, короткого раздражения для нервной клетки мало. А вот, лягушка, наконец, прыгнула. Вы видите, что одного раздражения было мало; надо было, чтобы несколько раздражений суммировалось, скопилось, и тогда только лягушка прыгнула. Будем раздражать второй раз. Вот лягушка снова прыгнула, но прыжок последовал быстрее (от начала раздражения). Объясняется это тем, что в нервной системе сохранился остаток от предшествующих раздражений и новых раздражений теперь требуется уже меньше, чтобы вызвать общий эффект.

Я начал говорить вам, что в соответствии с более сложной деятельностью нервных клеток сравнительно с нервными волокнами оказывается, что и химические процессы, физиолого-химическая деятельность гораздо сложнее в нервной клетке, чем в нервном волокне. Это обнаруживается многими опытами. Физиолого-химический процесс в нервном волокне до такой степени мал и прост, что одно время казалось, что нервное волокно есть мертвая вещь, уподобляющаяся проводящей проволоке. Нервное волокно одно время считалось неутомляемым, так как утомляемость есть свойство живого вещества: живое вещество должно отдохнуть после работы. Утомляемость и раздражимость есть основные свойства живого вещества. А тут выходило, что нерв неутомляем, его можно раздражать часами и он будет раздражаться, как и раньше. Но дальнейшие исследования показали, что это не так, что и нерв есть живое вещество и его деятельность связана с разрушением, с известным химизмом. Но так как работа нерва чрезвычайно мала, а химические процессы в нем очень скудны, то кажется, что этих процессов там нет совсем. Различные опыты показали с несомненностью, что в нервном волокне химические процессы происходят и дают о себе знать. В то же время, наряду с этой, повидимому, неутомляемостью и нетребовательностью нервного волокна, известно, что утомляемость всей центральной нервной системы и требовательность ее в отношении питания чрезвычайно большие. Кто из вас не слыхал об обмороке

ках? А ведь обморок основан на том, что имеется незначительное нарушение в питании нервной системы, какая-нибудь кратковременная остановка в кровообращении. И этой ничтожной остановки достаточно для того, чтобы деятельность центрального отдела нервной системы свелась на нет, пропали сознание и регуляция в отношении поддерживания скелета. Ясно, что в противоположность нервному волокну в центральной нервной системе происходит очень сложная и тонкая работа, требующая энергетических затрат. Стоит прекратить доставку питательного материала на секунды, и вы получите уклонение от нормы, обморок. То, что нерв не страдает от долгих нарушений в питании, вы уже видели. Я отпрепаровывал огромные куски нервов, отрывал их сосуды, держал нервы в руках, а они функционировали, как и раньше. Вот вам и разница. Тут, почти без всякого кровообращения в нерве (если я его отпрепарую) вы можете часами получать эффект. А в центральной нервной системе достаточно остановить кровообращение на секунду, чтобы ее нормальная деятельность прекратилась. Это самое обыденное наблюдение. А есть такой факт. Если зажать у кролика аорту и прекратить кровообращение, то сейчас же появится паралич всего зада. Так как результат этот нельзя отнести на счет периферических двигательных нервов, то, очевидно, он зависит от участия спинного мозга.

Итак, мы имеем тот факт, что в отношении кровообращения центральная нервная система гораздо требовательнее, чем периферическая.



Лекция третья

ЗНАЧЕНИЕ КАЧЕСТВА, СИЛЫ И МЕСТА РАЗДРАЖЕНИЯ ДЛЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕАКЦИИ. — ВОЗБУЖДЕНИЕ И ТОРМОЖЕНИЕ. — ОПЫТ И. М. СЕЧЕНОВА

Вы знаете теперь и видели, что серое вещество спинного мозга, т. е. нервные клетки, является тем местом в центральной нервной системе, где совершается переброс нервного раздражения с центростремительных путей на центробежные — то, что называется рефлексом. Вы знаете, что это центральное место нужно по многим свойствам его обособить от других мест рефлекторной дуги. Я вам поставил много опытов, которые показали, что эта центральная часть — нервная клетка — обладает многими другими особыми свойствами по сравнению с периферическими частями нервной системы.

Теперь мы перейдем к более детальному рассмотрению работы центральной части. Вы видели, что при давлении пальцами на кончики лап лягушки, у которой остался один спинной мозг без головного, я получал в ответ сложные движения. Лягушка или убирала лапу, или, если я давил очень сильно, отпрыгивала от меня. Когда же я ее не трогал, то она удерживала определенную позу своего тела. Ясно, что такое поведение лягушки есть выражение деятельности скелетной мускулатуры. Все это — и прыжки, и оттягивание лапы, и определенная поза — показывает, что у лягушки идут известные раздражения на скелетную мускулатуру. Что касается позы лягушки в спокойном состоянии, то оказывается, что и эта поза есть результат рефлекторного раздражения, потому что если отрезать все задние чувствительные корешки, то прежняя поза пропадет и животное распластывается.

Сейчас я покажу вам еще более сложные нервные действия, совершающиеся при помощи серого вещества спинного мозга. Вы увидите, что деятельность эта неожиданно сложна.

Приступаем к опыту. Лягушка с отрезанным головным мозгом подвешена на штативе за нитку, продетую в нижнюю челюсть. Сейчас нет никаких раздражений и лягушка висит спокойно, приняв какую-то определенную позу: все ноги ее немного согнуты и напряжены. Очевидно, некоторое раздражение есть. Берем небольшой кусочек бумаги, смоченный кислотой, и прикладываем его к бедру. Лягушка задвигалась. Она произвела целесообразные движения для удаления раздражающего ее кожу кусочка бумаги и на ваших глазах сбросила его. При этом интересно, что лягушка сбросила его той же ногой, на которую был положен кусочек. Повторим опыт. Результат тот же. Вы видите, что лягушка энергично начинает работать лапой, на стороне которой находится кусочек бумаги, и сбрасывает его очень ловко.

Теперь мы отрежем одну лапу ниже бедра и на оставшееся бедро положим кусочек бумаги. Вы увидите, что лягушка сначала начнет двигать той же конечностью, на которую положен раздражитель, но после безуспешных попыток перейдет к другой лапе и удалит ею раздражение. Кладем раздражение — ответа нет, лягушка утомилась. Прибавим еще бумажечку. Ну вот, вы видите, лягушка сначала начала двигать одной конечностью, а потом присоединила другую.

Итак, вы убедились, что в спинном мозгу происходит действительно переброс возбуждения, но только очень сложный Сказать, что в спинном мозгу происходит только переброс, это значит — сказать очень мало. Из приведенных фактов вам ясно, что рефлекторная деятельность спинного мозга чрезвычайно сложна и сведения о нем как о месте переброса возбуждения — лишь элементарные сведения. Возникает вопрос: каким образом получаются такие сложные и разнообразные комбинации деятельности мышц? Понятно, что, когда лягушка подтягивает лапу в ответ на давление, — это одна форма деятельности, когда она прыгает — другая, когда она снимает лапой бумажку — третья, когда она снимает ту же бумажку другой лапой — четвертая. Все это — рефлексы, но весьма разнообразные рефлексы. Возникают дальнейшие вопросы: как именно идет рефлекторная деятельность, по каким путям идет возбуждение в каждом отдельном случае? В этом отношении изучение еле начато, отмечают пока лишь отдельные данные, из которых приходится путем догадок, соображений рассчитывать механизм серого вещества. О полном знании и речи быть не может. И вы не доживете до того времени, когда весь механизм центральной нервной системы будет понят вполне ясно.

Первый факт, на который я обращу ваше внимание, будет следующий. Ответная реакция организма, работа его мышц определяется качеством раздражителя, силой и местом раздражения. Если вы только что показанную форму опыта разрабатываете систематически в лаборатории, то вы получите вот что. Положим, что вы разделите поверхность кожи лягушки на определенные участки и станете на эти участки накладывать различные бумажки с кислотой. Когда вы полученные таким путем результаты подвергнете разбору, систематизации, то вы увидите, что на каждое раздражение в определенном месте кожи получается определенное движение, определенный ответ. Следовательно, каждый раздражитель сносится с центральным отделом особенным образом. В зависимости от качества, силы и места раздражения получается особый ход раздражения, и оно переходит то на одни, то на другие двигательные нервы. В этом отношении, помимо центральных отделов нервной системы, огромное значение имеют периферические окончания. Относительно оптического и слухового нервов вы знаете, насколько сложны их периферические окончания: на каждую деталь в отношении световых раздражений ретина отвечает известным образом, давая вам впечатление огромного разнообразия цветов и формы предметов. Но такую же сложность мы должны допустить и в отношении других нервов. Нужно представить себе, что каждое окончание нерва в коже раздражается известным раздражением и связано с определенным участком нервного серого вещества. Вот вам уже первое основание к тому разнообразию реакций, которые получаются в ответ на наносимые раздражения.

Другой факт тот, что надо считаться с двумя родами деятельности серого вещества: с явлениями раздражения и с явлениями торможения. Раздражения, идущие снаружи, один раз вызывают деятельность, а другой раз, наоборот, тормозят ее. Чрезвычайно важный, фундаментальный опыт в этом отношении связан с именем нашего русского физиолога Ивана Михайловича Сеченова. Опыт Сеченова я вам и покажу. Этому опыту как раз 50 лет. Он опубликован был в 1863 году, а фактически приходится на 1862 год. Опыт этот нужно считать первым крупнейшим произведением русского физиологического ума. Вот почему имя Сеченова должно быть вам известно и дорого. Вам стыдно будет забыть этот опыт, которым дебютировала русская физиология. Правда, Сеченов истолковал наблюдавшийся им факт иначе, чем его толкуют теперь, но дело не в толковании, а в самом факте, ярком факте, произведшем большое впечатление в свое время.

Опыт делается таким образом. У лягушки удаляются большие полушария и обнажаются lobi optici. Вот у нас такая лягушка. Мы у нее прежде всего вызовем рефлекс, погружая ее задние лапы в разведенную серную кислоту, и сосчитаем время между началом раздражения и началом реакции, которая выразится в том, что лягушка вытянет свои лапки из кислоты. Таким образом мы будем измерять рефлекторное время; так называется этот промежуток. Погружаем лапки в кислоту. После десяти ударов метронома лягушка вынула свои лапки. Вот сколько нужно времени, чтобы раздражения сложились и выявились в ответном акте. Мы испытываем раздражение несколько раз, чтобы убедиться в том, что цифра точная. Надо переждать, пока не уйдут следы первого раздражения, чтобы не укорачивался рефлекторный период. Теперь лягушка вынула ноги через шесть ударов метронома, значит скорее, что нам не вредит.

Но мы испытаем еще раз, чтобы видеть, куда идет дело — к ускорению ответного движения или нет.

Так как вопросов с вашей стороны нет, то я, пользуясь временем, расскажу вам краткую историю нашей кафедры, которую вам полезно будет знать.

100 лет тому назад здесь читал и анатомию и физиологию проф. Загорский. Это было время, когда анатомы с горделивостью третировали физиологию как болтовню, думая, что вся суть заключается в их анатомии, в изучении строения тела. Затем, вскоре после того произошло разделение анатомии и физиологии, но у нас в Академии это сперва пошло не на пользу делу. Кафедру физиологии занял проф. Велланский. Он происходил из простого звания и раньше назывался Даниил Кавунник, но помещик превратил его в Велланского. Велланский был очень талантливый человек, блистательно учился, побывал за границей, но не был все же настоящим физиологом. Благодаря заграничному влиянию он стал натурфилософом, т. е. истолковывал все явления, не считаясь с действительностью, а как вздумается. Сейчас подобная натурфилософия кажется настолько забавной, что ею можно развлекаться в послеобеденное время. Но тогда Велланский имел большой успех, пользовался популярностью у городской публики и в его аудитории толпилось много народа. Он пробыл на этой кафедре до 1837 года. Затем его сменил Загорский — сын прежнего, уже настоящий физиолог. Он первый, — что составляет его заслугу, — начал проделывать опыты, конечно очень простые. А затем, не считая некоторых профессоров, мы переходим к Сеченову, который занял кафедру в 1860 году и ушел

в 1870 году. Спустя год, в 1871 году, на кафедру был избран проф. Цион. Затем кафедрой заведывал проф. Иван Романович Тарханов, а Ивана Романовича сменил я. Вот и вся история.

Продолжаем опыт. Опять через шесть ударов последовала реакция. Теперь мы на мозговую рану lobi optici положим кусочек кристалла поваренной соли, т. е. произведем химическое раздражение, и снова будем пробовать раздражать лапки кислотой. Раздражаем. Теперь потребовалось восемь ударов метронома, это еще относительно короткое время.

Пробуем еще раз раздражение. Теперь — через 18 ударов. Совершенно отчетливо выступает задержка начала реакции. Пробуем опять — через 10 ударов. Теперь начинается уже другая история. Поваренная соль расплывается, спускается вниз и начинает раздражать другие отделы нервной системы. Надо очень сухо держать рану, тогда можно задержать начало ответных движений до 50 и больше ударов. Но все-таки торможение выступает ясно. Мы получили один раз 18 ударов вместо прежних шести.

Так вот, это и есть факт Сеченова — раздражение определенного места серого вещества lobi optici обусловливает задержку деятельности спинного мозга. Перед нами пример центрального торможения. Раздражение одного пункта мозга ведет к задерживанию деятельности в другом месте. Ведь рефлекторное время есть суммационное время, в течение которого накопляется раздражение, пока оно не станет достаточным. Раз требуется больше времени для начала реакции, то, значит, раздражаемость клеток спинного мозга понизилась. Сам Сеченов придал полученным им фактам другое значение. Он хотел этим объяснить обыденное явление, что когда кто-нибудь внезапно стукнет, то, если вы не предупреждены, вы вздрогнете. А если вам заранее сказать: «ждите, будет удар», то вы можете и не вздрогнуть. Это показывает, что в головном мозгу должны быть особые задерживающие центры. Сеченов и думал, что его факт доказывает существование таких центров. Но его объяснение факта принято не было, потому что были открыты многие места, которые дают то же самое задерживание. Оказалось, что такое задерживание — общий факт и ничего специфического в нем нет. Я пользуюсь этими фактами для иллюстрации того, что в центральной нервной системе вместе с процессами раздражения беспрерывно следуют и процессы торможения. Существование этих тормозных процессов впервые стало известно благодаря опытам Сеченова.

Лекция четвертая

ТОРМОЖЕНИЕ РЕФЛЕКСОВ. — БОРЬБА ЦЕНТРОВ. — ЦЕПНЫЕ РЕФЛЕКСЫ. — ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СПИННОГО МОЗГА. — ФУНКЦИЯ БЕЛОГО ВЕЩЕСТВА

Мы остановились на более подробном изучении того механизма, который находится в сером веществе спинного мозга и который посредствует между центростремительными и центробежными путями: в сером веществе происходит переброс раздражения с центростремительных на центробежные нервы. Этот процесс, как вы видели, должен быть очень сложен. Сам по себе переход раздражения на первый взгляд представляется элементарным, но если вдуматься в него, то он окажется очень сложным. Конечно, до полного разбора всего этого механизма еще очень далеко: пока собираются только отдельные элементы, из которых со временем будет составлено полное представление о деятельности серого вещества.

Один из первых фактов по этому вопросу — это факт связи отдельных нервов с определенными пунктами серого вещества, так что от отдельных центров идут раздражения преимущественно или исключительно к известным мускулам. Это один факт. Другой факт тот, что в сером веществе вместе с процессами возбуждения существуют и процессы торможения, т. е. ослабление или прекращение известных рефлексов в зависимости от новых раздражений в другом месте. Вы вчера видели один из фундаментальных фактов, иллюстрирующих это положение. Я напомню вам его. Мы у лягушки с обнаженными lobi optici вызывали рефлекс с помощью кислотного раздражения поверхности лапы и замечали, что лягушка через известный промежуток времени освобождалась от раздражения, выдергивая лапу из кислоты, т. е. мы получали двигательную реакцию на кислотное раздражение. Метроном пока-

зывал рефлекторное время в 6—8 ударов. Тогда мы на lobi optici положили кусочек так называемой каменной поваренной соли, и рефлекторное время увеличилось раза в три, до 18 ударов метронома. Опыт у нас не совсем удался по причинам, о которых я говорил, но все-таки факт торможения выступил совершенно отчетливо. Таких фактов в физиологии всей нервной системы имеется теперь масса, им никто уже и счета не ведет, до такой степени они стали обыденными. Поэтому я перечислю вам только несколько примеров.

Один из ближайших опытов в этом отношении исходит от физиолога Гольца. Состоит он в следующем. Если срезать большие полушария и гладить лягушку по голове, то она непременно квакает при каждом поглаживании. Мы имеем, значит, вполне закономерный квакательный рефлекс. Но стоит наряду с поглаживанием раздражать другое место лягушки, например надавить на палец лапы, чтобы этот рефлекс кваканья исчез.

Факт, как видите, тот же, что и в опыте Сеченова. В обоих случаях вы при раздражении некоторого пункта серого вещества через центростремительные нервы получаете в ответ известный рефлекс. Затем при раздражении другого места серого вещества рефлекс слабеет, исчезает. Разница только та, что в опыте Сеченова вы lobi optici раздражали непосредственно, химически, а здесь вы раздражаете известное место серого вещества рефлекторно, надавливая лапу и посылая в центр раздражение по центростремительному нерву.

Существует много других подобных опытов. Мы готовили собаку для демонстрации, но, к сожалению, она погибла. Опыт состоит в том, что у собаки перерезают спинной мозг между грудным и поясничным отделами. Собака переживает операцию, но перестает управлять задом и волочит его. Задней половины тела она как бы не имеет и может даже грызть ее. Так вот, от этой задней половины можно получить массу рефлексов, и двигательных, и мочеполовых, и т. д. Опыты делают такие. Если вы животное поставите передними лапами на край стола, а задние опустите вниз, так, что они будут висеть и тянуть тело вниз своей тяжестью, то от натяжения лап в задней половине тела получится рефлекс. Висящие ноги начнут ходить, двигаться вверх и вниз, взад и вперед. Рефлекс, очевидно, получается от натягивающихся частей в двигательном аппарате, может быть от кожи, от сухожилий и т. д. Этот результат получается каждый раз. Но если вы сдавите сильно хвост и вызовете новый рефлекс, то этот новый рефлекс прекращает прежний от свесившихся конечностей.

На подобной же собаке легко делаются опыты на мочеполовых органах. Вы, например, соответствующим раздражением вызываете эрекцию penis. Стоит подавить лапу, и эрекция исчезает, рефлекс пропадет. Или вы можете засунуть палец в rectum. Это механическое раздражение rectum поведет к ритмической игре сфинктеров, и ваш палец будет периодически сжиматься. Но стоит подавить хвост, и все прекращается. Факт, значит, точный, что всякий раз, как при существующем раздражении и рефлексе приходит другое раздражение и рефлекс, это ведет к прекращению первого рефлекса.

Совершенно отчетливый и точный результат получается при опыте на скелетной мускулатуре. Опыт принадлежит английскому физиологу Шеррингтону, у которого имеются большие заслуги по анализу механизма деятельности центральной нервной системы. Мы готовим такой опыт на кошке. Но тот же результат можно получить и на лягушке. Вы, например, берете нервно-мышечный препарат, т. е. бедренный нерв — n. ischiadicus и икроножную мышцу — m. gastrocnemius. Я вам напоминаю о нервно-мышечном препарате, потому что в нем суть дела, а опыт ведется на целой лягушке. Если вы возьмете на целой лягушке один m. gastrocnemius и приспособите его для записи сокращений, как это делается на нервно-мышечном препарате, затем достанете ряд корешков спинного мозга, положим, с седьмого по десятый, и станете раздражать их по очереди, то вы заметите следующее. От раздражения одного корешка, например восьмого, икроножная мышца сокращается мало. А если вы раздражаете девятый корешок, то вы получите длительный рефлекс даже и от слабых токов. Это означает, что девятый корешок специально связан с центром икроножной мышцы. Это есть центростремительный нерв, связанный с икроножной мышцей. Другие же нервы подобным образом связаны с другими мускулами. Так что при раздражении вы получаете как бы обособленные парциальные рефлексы от каждого корешка на отдельные мускулы.

Так вот, если вы будете раздражать девятый корешок, который специально связан с m. gastrocnemius, и затем, когда получите определенную величину сокращения, начнете раздражать другие чувствительные корешки, то вы получите задержку сокращения икроножной мышцы. Результат получается уже известный вам: вы раздражаете другой нервный центр, и это вызывает задержку работы прежде раздраженного центра. Как я сказал, от раздражения девятого корешка получается сокращение m. gastrocnemius не только на время раздражения, но остающееся и потом. Опыт идет лучше всего,

когда вы пробуете раздражать другие корешки во время этого тонического сокращения икроножной мышцы от предварительного раздражения девятого корешка. Тогда все сразу прекращается и сокращенная мышца сразу расслабляется.

Эти опыты мы сейчас и увидим. Мы возьмем различные мускулы из группы флексоров и экстензоров, и вы увидите, что раздражение каждого нерва вызывает сокращение то одного, то другого мускула, что один нерв является раздражителем для одного центра и тормозом для другого. Вот, следовательно, капитальный факт относительно механизма серого вещества. Там имеются антагонистические пункты, и раздраженное состояние одного пункта является тормозом для другого.

К этим фактам я подробно вернусь в другой раз, когда буду говорить о больших полушариях.

Теперь следует рассмотреть еще один элемент, с которым необходимо считаться для понимания механизма серого вещества. Это существование так называемых цепных рефлексов. Видите ли, этот факт относится не только к тем рефлексам, о которых у нас сейчас идет речь, но здесь он находит себе наибольшее приложение. Для объяснения этого сложного явления вернемся назад. Поступим так: я буду раздражать центральный конец n. ischiadicus, а это, как вы знаете, ведет к повышению кровяного давления. Значит, вот непосредственный результат вызванного мною рефлекса. Я вызвал раздражение сосудодвигательного центра, сокращение маленьких артерий и скопление крови в аорте, что и сказалось в повышении давления.

Проделаем опыт Гольца. Когда я глажу лягушку по голове, то в ответ на это почти всегда слышно кваканье, хотя тихое. Когда же надавливаю на лапу, то́ кваканье прекращается совершенно. Опыт получился не очень хороший. Зимой лягушки бывают вялы. Весной лягушки приободряются и этот опыт проходит хорошо.

Мы сделаем сейчас по сути дела тот же сеченовский опыт, но другим образом. Мы тот же раздражитель будем посылать не прямо с мозга, а станем раздражать им центральную нервную систему рефлекторно. Одну ногу лягушки мы опустим в кислоту и получим рефлекс. А потом, раздражая другую ногу, мы этот рефлекс будем задерживать.

Погружаем одну ногу лягушки в кислоту. Лягушка вынула ногу через 14 ударов метронома. Очень вероятно, что такой длительный период зависит от того, что я поддерживаю другую ногу ниткой, чтобы и она не погружалась в кислоту, и раздражаю ее механически. Попробуем опустить обе ноги.

11 ударов. Очевидно, для этой лягушки такой медленный рефлекс нормален. Вообще у разных лягушек рефлекторное время различно. Теперь я сильно перетяну ниткой одну лапку вверху голени, а другую мы опустим в кислоту. 30 ударов, а рефлекса еще нет, он сильно задержан. Видите, как интерферируют между собой раздражения, исходящие из разных источников.

Теперь я обращаюсь к третьему пункту относительно механизма серого вещества — к элементу цепных рефлексов. Я начну с примера из другой области. Положим, я раздражаю центральный конец n. ischiadicus и вызываю сосудосуживающий рефлекс. Хорошо, теперь — что за этим последует? Я вам говорил, что иннервационный прибор кровеносной системы не допускает больших колебаний кровяного давления. Значит, когда я раздражением n. ischiadicus произвел повышение кровяного давления, то надо предполагать, что организм борется с этим и старается давление понизить. Так в действительности и есть. Та величина кровяного давления, которая получается, — неполная величина, и если я уничтожу тот механизм, который борется с повышением давления, то давление поднимется еще больше. Механизм этот вы знаете. Это — depressor cordis. Вы знаете, что высоким давлением раздражаются концы центростремительных нервов depressor cordis, которые дают рефлекс на сосудорасширяющие нервы, при условии повышенного давления достигают своей цели и не дают давлению подняться очень высоко. Вы видите, таким образом, факт сцепления двух рефлексов. Я вызываю, раздражая n. ischiadicus, один рефлекс, а результат этого рефлекса — повышение давления — вызывает другой рефлекс с depressor cordis. Перед вами два сцепленных рефлекса, причем конец одного является началом другого.

Такой факт цепного рефлекса имеет огромное приложение в области спинного мозга, где получаются очень длинные цепи рефлексов. Конец одного рефлекса является началом для другого, конец другого — началом для третьего, третьего — для четвертого, и т. д.

Из этих трех элементов механизма спинного мозга, которые здесь выявились, можно получить представление о сложной деятельности спинного мозга. Каким образом происходит то, что, когда я давлю на лапку лягушки, она прыгает? Ведь она производит очень сложное движение, из десятков возможных мускулов она выбирает только некоторые, определенные мускулы и их приводит в движение. Самый факт, что на мое раздражение получается ответная реакция, простой. Но вдумайтесь в то, в каком строгом порядке, как целесообразно

происходят рефлексы, и вы поймете тогда, что суть дела много сложнее, и одна фраза, что на раздражение следует реакция, ничего не объясняет. Вот тогда и находят себе применение все те элементы механизма серого вещества, о которых я вам упоминал.

Когда я произвожу раздражение, то раздражение идет в центр определенного мускула и вызывает сокращение этого мускула. Сокращение же этого мускула ведет к тому, что сокращение других мускулов тормозится. Один мускул как бы говорит другому: «я-то буду работать, а ты пока не смей, подожди». Вот уже выбор между разнообразными мускулами. Все сразу они в работу не вступают, сокращаются экстензорные и тормозятся флексорные. И тут же вступает третий элемент механизма. Произошло сокращение одного мускула, он закончил свою работу беспрепятственно, а конец его действия может вызвать новый рефлекс.

Теперь, как все это происходит? Представьте себе обыкновенную ходьбу. Она состоит в том, что мы переменяем ноги, происходит смена работы рефлексоров и экстензоров. Прежде всего, значит, идет то, что связано с первыми двумя элементами механизма центральной нервной системы — с раздражением определенных центров и с торможением других. Сначала происходит раздражение центра с подошвы от прикосновения к полу. Когда вы в ответ на это произвели сгибание, то произошло натяжение кожи, трение сухожилий; все эти акты могут быть началом других рефлексов. Так что, если прикосновение к полу вызвало первый рефлекс — сгибательный, то затем все последующее явилось началом для другого рефлекса, который заставил нас ногу вытянуть. Получается ходьба — смена сгибаний и разгибаний ноги, заканчивающаяся прикосновением к полу. Здесь входит уже третий элемент — цепь рефлексов.

Я вам рассказываю о цепных рефлексах упрощенно. А в настоящее время уже имеются более точные факты относительно того, как происходит последовательная работа массы мускулов для достижения определенной цели.

Итак, существуют три положения, из которых можно понять всю сложную работу центральной нервной системы. Первое — это то, что каждый раздражитель связан с центром определенного мускула. Второе — сокращение одной группы мускулов тормозится при вступлении в деятельность другой группы мускулов. И, наконец, третье — когда первый рефлекс кончается, то этот результат является раздражением для второго рефлекса. В результате и получается координированное, упорядоченное движение.

Относительно последнего пункта я должен прибавить, что в этом отношении имеют значение не только раздражения кожи, как я указал, при ходьбе. Раздражениями служат не только прикосновения подошвы к полу, натяжение кожи, но наряду с этим имеются и раздражения от костей, связок, сухожильных сумок и т. д. Все это известным образом раздражается во время движения и может являться началом определенного мышечного рефлекса.

Теперь, из всего того, что я сказал, вам может быть станет понятно, каким образом получается такой сложный рефлекс, как, например, прыгание лягушки.

Из других вопросов, сюда относящихся, будет вопрос: какой части серого вещества нужно приписать эту координацию, это сложение различных рефлексов, ведущих к достижению известной цели? Все (по существующим данным) говорит о том, что эта часть должна быть воспринимающей частью. Вот в чем здесь дело. Вы знаете из гистологии, что центростремительные нервы прежде всего идут через клетки спинного ганглия и образуют первый неврон. Затем, отросток ганглиозной клетки идет в спинной мозг, где расположен второй неврон в задних рогах спинного мозга, и, наконец, двигательный неврон в передних рогах. Ну, можно на числе этих невронов и не настаивать; относительно этого еще спорят. Во всяком случае в сером веществе нужно отличать две части: воспринимающую и исполнительную — задние и передние рога. И имеются основания считать, что координация рефлексов осуществляется в задней половине серого вещества. Вот какие это основания. Я вам показывал опыт с отравлением животного стрихнином. Вы помните, что стрихнин вызывает общие судороги всего тела. Если вы животное отравили стрихнином, то вся упорядоченность, согласованность движений исчезает. У нормальной лягушки с каждого определенного пункта кожи получается определенный рефлекс для того, чтобы бороться с раздражителем и удалить его. А у стрихнинизированной лягушки работа всех мускулов идет сразу. Все сокращается вместе, и это придает определенную позу телу, зависящую от преобладания в том или ином месте тела одних групп мускулов над другими группами. Голова лягушки откидывается назад, спина и ноги напрягаются, т. е. получается совершенно неправильная, не достигающая цели работа мускулов, уничтожается координация, систематичность в работе. Вместо систематической работы мы видим бесцельную работу всех мускулов сразу. Стрихнин, значит, действует на центр серого вещества, нарушая его нормальную деятель-

ность. Есть указания, что стрихнин действует именно на задние рога спинного мозга с его клетками, между тем как передние рога раздражаются другими веществами и на другой лад.

В задней половине серого вещества, на которую действует стрихнин, находятся воспринимающие клетки и происходит координация раздражений; передняя половина состоит из двигательных клеток. Эта передняя половина, как показал Ферворн, раздражается карболовой кислотой. Если животное отравлять стрихнином, то получаются общие тонические судороги, действуют сразу все мускулы, а если отравлять карболовой кислотой, то раздражаются передние рога и получаются клонические судороги. Такое разделение передних и задних рогов было прослежено Ферворном и его работниками на ряде низших животных и нашло себе подтверждение. У некоторых низших животных эти центры раздвинуты, и благодаря этому можно убедиться, что стрихнин имеет всегда отношение к задним чувствительным рогам спинного мозга, а передние рога отравляются карболовой кислотой.

Всем ли из вас ясно значение этих трех пунктов, трех элементов? Выяснение этих элементов — дело новейшего времени. В прежнее время, когда я учился физиологии и даже когда начал читать лекции, перед нами порядочным страшилищем стояли эти слова — координация, центр. Мы говорили эти слова, но сути их не понимали. Только теперь анализ вносит сюда свет. А для меня было неприятно тогда и самое слово «координация». Оно как бы подчеркивало невежество, попытку за пустым словом скрыть свое непонимание сути дела.

Все, что я говорил до сих пор о спинном мозге, относится к тем пунктам серого вещества, которые находятся в связи с работой поперечнополосатой мускулатуры. Это все иннервационный прибор скелетной мускулатуры. Что касается других частей, например центров мочевого пузыря, матки, кровеносных сосудов, потовых желез, то о них особенно говорить нечего, так как о них было упомянуто ранее при изучении других отделов физиологии. Значит, раз речь идет о физиологии спинного мозга, то новое, что я должен был сказать, это относительно центров скелетной мускулатуры.

Спинной мозг состоит из двух частей: из центрального серого вещества, имеющего фигуру рогов, и охватывающего это серое вещество белого вещества. Серое вещество состоит из клеток, а белое — из волокон. Серое представляет собой образование центрального характера, а белое как состоящее из волокон исполняет проводящую функцию. В этом отношении белые волокна уподобляются периферическим нервам,

которые являются только проводниками. Периферические проводники делятся на две группы: на группу проводников центростремительных нервов и на группу проводников центробежных нервов, по которым импульсы идут к различным рабочим органам.

Я уже говорил, и вы должны это помнить, что для названия этих нервов употребляются несколько прилагательных. Старое название их — центростремительные и центробежные нервы, и это название сохраняется в некоторых учебниках. Я нахожу, что это название, хотя оно и не совсем удачно и точно, следовало бы сохранить, ведь все слова имеют условное значение. Центростремительные нервы — это значит те нервы, по которым раздражения идут в центральную нервную систему, а центробежные — те, по которым идут импульсы к периферическим органам. Кроме старых названий, употребляются еще новые — афферентные и эфферентные нервы, т. е. нервы, приносящие и относящие раздражение.

Говорят еще — воспринимающий и рабочий отделы нервной системы. Вот несколько названий. Это ведет к напрасной путанице, но так как вы встретитесь с этими названиями в книгах, то я о них и упоминаю.

Что касается функции проводниковой части, функции белого вещества, то тут физиологов занимает такой вопрос: где и какие идут волокна — центростремительные или центробежные? Причем в вопросе об этой топографии существует еще подразделение. Вы берете половину спинного мозга (правую или левую) и решаете, какие нервы идут в боковых столбах серого вещества, как распределены группами проводящие волокна. Затем подразделение этого топографического вопроса — как перекрещиваются нервы. Тут дело не только в том, что различные нервы идут по разным половинам и разным столбам, но также в том, что существует, кроме того, перекрест — переход нервов из одной половины в другую, причем иногда повторяемый несколько раз. Нерв идет справа налево, а потом опять направо. Надо сказать, что хотя эти вопросы и привлекают внимание, но общепризнанного решения они не нашли. Имеют основания предположения, что все это варьирует у различных животных. Из того, что вы от меня слушали в продолжение курса, вы уже знаете, что нервы не идут постоянно одинаковым путем; они то смешаны с другими, то идут отдельно. Так что это допускает различное варьирование. И, может быть, такое варьирование очень целесообразно. Помните, на сосудистой системе я вам показывал, что сосудорасширяющие нервы бывают смешаны с сосудосуживаю-

щими, из чего возникают даже затруднения при изучении этих нервов. Вот то же самое отмечается и при изучении волокон в различных пунктах спинного мозга.

Очень важным является вопрос о перекрестах, т. е. о значении перехода волокна с одной стороны на другую. Если вдуматься, то можно понять, что такой перекрест волокон имеет большое значение. Он, очевидно, имеет отношение к выносливости и приспособляемости организма. Если бы нервы шли прямо, то тогда, в случае поранения руки, рука навсегда потеряла бы свои функции. А раз нервы не идут прямо, а переплетаются, перекрещиваются, то у вас функция восстанавливается за счет перекреста. Способность двигать руку у вас исчезла, а чувствительность может остаться, и вы все-таки получаете возможность ориентироваться во внешнем мире, в раздражениях. Так что это разделение путей нервов усиливает жизнеспособность организма.

Переходим к опыту. В этом отношении надо иметь большую практику, чтобы этими опытами овладеть. Я был в счастливом положении. Когда я кончил университет, то оказался в лаборатории проф. Боткина, терапевта. Мне пришлось быть руководителем многих работ, и передо мной прошло много людей, тысячи животных. Это и дало мне большую практику.

Вот кошка. У нее срезана верхняя часть головного мозга. Вследствие этого кошка неподвижна, но главные растительные функции у нее сохранились. В данном случае удаление головного мозга имело целью сделать животное неподвижным без отравления.

У кошки отпрепарованы на одном бедре один флексор и один экстензор. Затем отпрепарованы с обеих сторон nn. tibiales.

Отпрепарованные мускулы, подобно тому как это было сделано на нервно-мышечном препарате, соединены с рычагами, по движению которых можно следить за работой мускулов.

Раздражаем нерв: сокращается только один мускул — флексор. Это первое положение, что каждый нерв связан с одним мускулом. Раздражаем еще. Совершенно отчетливо видно, что один рычаг, отвечающий сокращению флексора, идет вниз, а другой, соединенный с экстензором, немного поднимается вверх. Следовательно, в то время как происходит сокращение флексора, рядом происходит и расслабление экстензора. Обычно экстензор находится в некотором тоническом состоянии, а при раздражении флексора он ослабляется. Это иллюстрация взаимодействия двух нервных элементов.

Теперь отравляем кошку стрихнином и разрушаем соединение, координацию раздражений. Действие стрихнина уже обнаруживается. Мне достаточно стукнуть по столу, чтобы мускулы начали сокращаться. Раздражаем нерв током. Сократились и флексор и экстензор. Вся раздельность действия, систематичность исчезли, специального соотношения между нервами и мышцами уже нет. Это происходит оттого, что стрихнин отравил заднюю, самую важную часть спинного мозга.

Повторяю еще раз. Когда животное было нормально, мы, раздражая нерв этой же ноги, получали определенный сложный рефлекс — сокращение флексора и расслабление экстензора. Раздражение одного центра совпадало при этом с торможением другого. А когда отравили кошку стрихнином, то все это исчезло и мускулы стали сокращаться без всякого порядка.



ФИЗИОЛОГИЯ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА



Лекция первая

СУБЪЕКТИВНЫЙ И ОБЪЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ. — ПРЕИМУЩЕСТВА ОБЪЕКТИВНОГО МЕТОДА. — ПОНЯТИЕ ОБ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСАХ

Мне остался последний отдел физиологии — отдел физиологии больших полушарий головного мозга.

Приступая к этому отделу, физиолог находится в исключительном положении, в каком он не находился при изучении ни одного из предшествующих отделов. Как вы помните, в предшествующих отделах я никогда не поднимал вопроса о том, как думать физиологу, какими понятиями руководствоваться и каких методов придерживаться, подходя к своему предмету. Здесь же такие вопросы приходится ставить, они являются существенными вопросами и особенно страстно обсуждаются в физиологической литературе за последнее время. Как думать? Какими понятиями пользоваться, разбираясь в материале?

В самом деле, когда человек обращается к внешней природе, то он относится к ней двояко. Я, конечно, разумею всю природу, кроме нас самих. Несомненно, что наше отношение к окружающей природе резко двойственное. Когда вы смотрите, например, на звезды или вот на вчерашнее солнечное затмение, на какую-нибудь химическую реакцию и т. д., у вас отношение ко всему этому такое: вы смотрите на проходящие факты, замечаете их и затем в этой цепи фактов, физических, химических, вы устанавливаете точные, постоянные связи, то, что называется в физике и химии законами. И, установив эти связи, вы получаете уверенность, что каждый раз за одним фактом последует другой. Ваша задача при изучении внешней природы сводится к установлению закона причинности, т. е.

к точному описанию фактов и к выискиванию их взаимозависимости. Больше вы себе не ставите никаких целей. Таково ваше отношение к мертвой природе.

Но когда вы подходите к другой половине окружающего мира — к живой природе — и берете половину этой половины, а именно животный мир, то отношение ваше резко меняется. Вместо того чтобы рассматривать животное как отдельный предмет и изучать, в каком отношении оно стоит к окружающей среде, вместо того чтобы улавливать законы связей между ним и другими предметами внешнего мира, — мы непременно стремимся определить: а что животное думает, а чего оно желает, а что оно чувствует. Вы видите, что это резко меняет ход наших размышлений по сравнению с тем, что мы думаем относительно мертвой природы.

Что же это значит? Какие имеются для этого основания? А основания, конечно, те, что мы эти предметы природы, т. е. животных, признаем сходными с нами. А так как мы живем мыслями, желаниями, чувствованиями, то мы свой внутренний механизм перекладываем и на весь животный мир и выделяем, таким образом, этот мир из остальной природы как особенный, отличный от мертвых предметов и растений. Мы делим всю природу на две части: на одну, к которой относится мертвая природа, где мы стараемся уловить законные связи между явлениями, и на другую, к которой относится животный мир и которую мы, благодаря ее сходству с нами, рассматриваем иначе.

Вы видите, таким образом, два существенно различных отношения к окружающему нас миру. Конечно, эти отношения носят и различные названия. Первое отношение к мертвой природе и растениям есть объективное, а второе — к животным — субъективное, потому что мы пробуем рассматривать их с какой-то внутренней стороны, подобно себе. И вот, поднимается вопрос: насколько законно с научной точки зрения такое разделение природы при ее изучении? Этот вопрос и встает перед нами, когда мы подходим к высшему отделу центральной нервной системы. Во всем том, что я говорил вам о нервной системе до сих пор, мы имели только внешнюю деятельность. Мы определяли, какие влияния испытывает нервная система от различных агентов, и устанавливали связи, в которых нервные процессы стоят с другими явлениями. Никаких вопросов о том, что «думает» нервная клетка или спинной мозг лягушки, когда мы посылаем в них раздражение, мы себе не задавали. Мы при этом применяли тот же естественно-научный метод, которым пользовались и при изучении пищеварения и кровеносной системы. Но когда я добрался

до больших полушарий, до высшего отдела нервной системы, — я как физиолог начинаю действовать иначе, по крайней мере так было до сих пор. Я начинаю задавать себе вопросы, а что животное думает, что оно чувствует, когда я прикасаюсь к такому-то нерву.

Так вот и встает вопрос: как же здесь мне думать? Так ли, как я думал раньше и как мы думаем относительно остального внешнего мира, или же мне следует разбирать деятельность больших полушарий изнутри, по субъективному методу? Это, конечно, капитальный вопрос для физиолога. От решения его зависит вся удача, весь успех изучения физиологии высших отделов нервной системы. Вопрос этот ставится теперь в физиологической литературе и страстно обсуждается. И вам придется пройти этот глубоко интересный период споров и узнать, как решается вопрос, где, на чьей стороне окажется правда, как надо поступать, чтобы получить точные знания и обладать предметом.

Дальше я изложу вам предмет со своей точки зрения. А пока повторяю: деятельность животных можно рассматривать или с внешней стороны, или же с внутренней. До восьмидесятых годов этого последнего взгляда и держались физиологи. И физиологи превращались в психологов. Вы понимаете, что смотрение внутрь себя, размышление о том, что происходит внутри нас, — это уже совсем другая наука, это психология, а не физиология. Следовательно, выходило так, что зоологи и физиологи, изучая внешнюю нервную деятельность животных, становились психологами. Но справедливо ли это? Нужна ли эта измена своим методам и понятиям? Допустимо ли это? До конца восьмидесятых годов, как я уже говорил, сомнения в этом не было и физиолог, подходя к высшему отделу нервной системы, становился психологом. Но потом, с конца восьмидесятых годов, началось другое направление, которое взяло под вопрос, нужно ли физиологам проделывать это превращение в психологов. Первая попытка такого возврата к естественно-научному методу была проведена по отношению к миру низших животных, что и понятно. Чем дальше животное от меня отстоит филогенетически, тем меньше оно на меня походит и тем легче изучать его без всякой наклонности переносить на него свой внутренний мир.

Вначале это объективное изучение нервной деятельности низших животных появилось под названием учения о тропизмах. Замечали, что многие низшие животные под влиянием тяжести земли, света, тепла, электричества принимают строго определенное положение, причем это происходит всегда и

непременно. Например, известно, что растения всегда тянутся к солнцу. Точно так же и многие из низших животных направляются к свету, другие, наоборот, от него прячутся. Теперь подобных реакций животных, реакций вполне закономерных и постоянных, установлено очень много. И при этом нет никаких вопросов о том, что думает и чувствует данное животное, относясь так или иначе к солнечному свету, электрическому току и т. д. Это учение о тропизмах, с одной стороны, привлекало все большее количество приверженцев, а с другой — не оставалось и без возражений.

Итак, был сделан подход к изучению животного мира без всяких психологических понятий. Но насколько легко это было сделать в отношении низших животных, настолько же трудно оказалось в отношении высших животных. Низшие животные так непохожи на нас, что без колебаний можно было изучать их, не перенося на них свой внутренний мир. Но как было отделаться от этой манеры думания, когда приходится иметь дело с высшими животными, где аналогия с человеком напрашивается сама собой? Можно ли и тут поступить так, как поступили с низшими животными, или же действительно необходимо изменить всю методику и обратиться к психологии?

Я вам дам сейчас ответ на этот вопрос. Конечно, здесь можно сделать предварительные теоретические расчеты о том, как поступить. Кроме того, можно ни о чем не рассуждать, а прямо делать опыты и смотреть, какие получатся результаты. Я коснусь и того и другого. Я приведу и теоретические соображения и покажу вам, что можно сделать в физиологии центральной нервной системы, оставаясь верным естественнонаучным понятиям и методам.

Итак, вопрос: каким образом мне поступать, когда предо мною имеется сложная деятельность высшего животного? Как мне эту деятельность изучать: снаружи или изнутри, объективно или субъективно, физиологически или психологически?

Массу доводов можно иметь за физиологическое трактование предмета. Первый довод. Если вы, обращаясь к сложной деятельности животного, хотите стать психологом, то вы прежде должны задать себе вопрос: что же, психология представляет собой нечто прочное, хорошо разработанное и производит впечатление своими успехами? Вопрос совершенно законный. Ведь если я оставляю свои физиологические понятия и беру понятия психологические, то мне нужно знать, есть ли для меня в этом смысл. И вот, если я поставлю такой вопрос, то положение дела меняется. Психология, оказывается, сама

находится в очень жалком положении, сама ничего не имеет и плачется о своих методах и целях. Чтобы вам не показался мой отзыв о психологии односторонним и пристрастным, я вам скажу сейчас о ней словами психолога, который ее знает и который в нее верит. Передо мной статья, напечатанная в американском журнале за 1910 год. Статья под заглавием «Психология и ее отношение к биологии». Написана она молодым психологом Иеркесом, работающим в психологической лаборатории в одном из лучших американских университетов — Гарвардском. Вот что он пишет о своем предмете, говоря при этом о том, что наболело у многих психологов. Я перевожу: «Не менее расходятся взгляды на предмет и тех, кто сами работают по психологии. Что же ожидать от предмета, таким образом трактуемого? Мы наверное не можем надеяться на быстрый и постоянный успех и не будем его иметь до тех пор, пока не сговоримся относительно целей и базиса нашей науки и не определим точно наших научных понятий. Не менее важно, чем это, — согласие относительно основных понятий и отношение психолога к своей работе. А между тем мы лишены твердой веры в наши цели, методы и наши способности. Мы лишены энтузиазма; мы разделены и разъединены; мы колеблемся в наших целях; мы не доверяем нашим методам и научным допущениям; мы задаем себе вопрос о важности каждого шага вперед. И как неизбежный результат этого наш предмет лежит поистине только на пороге царства науки». Это слова человека, любящего свой предмет, верящего в психологию.

Так зачем же нам обращаться к такой науке, у которой нет никакой почвы, которая не имеет у себя ничего прочного и полна сомнений и о своей цели и о своих методах? Я лучше обращусь тогда к такой науке, которая не знает колебаний, где нет разговоров о методах, где все согласовано, к науке, которая идет от одной победы к другой.

А потом, вы посмотрите. Ведь понятия психологические и естественно-научные чрезвычайно различны. Физиологу надо сделать огромное «сальтомортале», если он хочет обратиться в психолога. Основная форма, в которой протекает научная мысль, — это форма пространства и времени, так что предметы и явления изучаются в известной последовательности и в известном расположении одного относительно другого. Понятия психологические также существуют во времени, но они не пространственны. Разве то, что обозначают эти понятия, имеет форму и может быть представлено в каких-либо взаимных пространственных отношениях? Ничего этого нет. Понятия психологические совершенно отличны от понятий естественно-

научных. Здесь у меня объем, масса, форма: в психологии же этого нет, в ней совсем другая манера думания.

Смотрите дальше. В естественных науках все дело сводится к отысканию причины и связи. Физик ли химик, они непременно озабочены тем, какие явления предшествуют данному явлению и какие пойдут после него. У психологов же такой заботы нет. Ведь как обыкновенно решается вопрос о том, с чем мы имеем дело — с человеком, животным или с растением, предметом мертвой природы? Мы говорим о первых: захотело, вздумало, вспомнило, обрадовалось. Но скажите, — а почему же оно обрадовалось, почему оно вспомнило, вздумало, захотело? Для физиолога без уяснения этого ответ «вздумало» — пустое место, а психолог удовлетворяется этим ничего не говорящим словом. Я полагаю, что вам теперь ясно, что психологическое думание и думание естественно-научное капитально различны. И если я вижу, что психология, с одной стороны, так безнадежна и шатка как наука, а с другой стороны, она так отличается в методах изучения от естественных наук, то мне нет никакого смысла оставлять физиологию и итти к психологии. При решении вопроса о том, как мне поступить при изучении центральной нервной системы, вся логика, вся практичность на стороне испытанного естественно-научного метода, который не уперся в тупик, а неудержимо движет предмет вперед. Физиологам как естествоиспытателям нужно бросить эту психологическую субъективную точку зрения. Они должны всегда обращаться только к методу естественно-научному и смотреть на свой предмет так, как физик и химик смотрят на свои предметы.

Так вот, лет одиннадцать тому назад, встретившись с явлениями сложной деятельности нервной системы животных, я и поставил себе такой вопрос: как мне поступить? И надо сказать, что вначале и я отдал дань рутине и поступил так, как поступали физиологи раньше, т. е. начал думать и спорить со своими сотрудниками о том, что происходит там внутри у животного. Но практика дела скоро показала, что это никуда не годится. Никогда до этих пор не было в лаборатории случая, чтобы я — заведующий — и мои работающие помощники не могли согласиться друг с другом в понимании того, что мы видим, а начинали бы спорить. Это отличная иллюстрация безнадежности дела, если вы не можете убедить друг друга. Об этом случае я вам уже упоминал в начале курса. Случай этот представился, когда я занимался физиологией пищеварения и имел перед собой общеизвестный факт, что слюна течет не только тогда, когда животному что-нибудь попадает

в рот, но и тогда, когда животное смотрит на еду, слышит звон посуды, т. е. факт, который обычно рутинно трактуется с психологической точки зрения. Животное здесь изучалось при постоянном сравнении с человеком, и мы говорили о психическом возбуждении животного.

Когда мы этот факт со слюной начали исследовать по старому методу, то мы разошлись в своих мнениях и оставили вопрос открытым. Этот пример заставил меня поставить ребром вопрос: как действовать и как вести себя дальше? Нужно ли говорить о собачьих ощущениях, желаниях или поступить иначе? После долгого обдумывания, находясь при этом под влиянием того, что имелось в литературе,[1] я решился, наконец, смотреть на предмет с чисто естественно-научной точки зрения, несмотря на то, что я имел дело с собаками, высшими животными, между тем как до сих пор естественно-научный метод применялся только при изучении низших животных.

Но хотя и ясно было, что старый путь безнадежен, страшен был и новый путь, потому что вначале предмет давил своей огромностью и сложностью и приходилось обдумывать, как взяться за дело. Много времени потребовалось на выработку основных понятий, с которых можно было бы начинать дальнейшие работы. Это история, которую вы уже знаете, так как о ней я уже упоминал.

Вы имеете, с одной стороны, простой рефлекс, т. е. кладете что-нибудь в рот собаке, и у нее в ответ на это течет слюна. Таких рефлексов вы теперь знаете уже много, для вас это стало заурядным естественно-научным фактом. Это есть реакция животного организма на внешние раздражители при посредстве нервной системы. А с другой стороны, вспомните тот случай, когда животное реагирует на один вид пищи или на звуки, связанные с получением пищи, например звуки посуды, прихода человека. Что это такое? Я и говорю: не составило особенного труда понять, что эти явления, пусть они и очень особенные, имеют общую черту с простыми рефлексами. Именно, это есть все-таки реакция на внешний мир известного органа животного при посредстве нервной системы, т. е. тот же рефлекс. Во внешнем мире что-то происходит, например появляется мясо с запахами, служитель, производящий известные звуки и шум, — все это действует на животное и выражается в деятельности слюнных желез. Поэтому не нужно было особенного напряжения, чтобы притти к тому выводу, что это

[1] И. П. Павлов имел в виду сочинение И. М. Сеченова «Рефлексы головного мозга». — *П. К.*

явление слюнотечения есть рефлекс, что оно подходит под понятие рефлекса. Но дальнейшая задача оказалась очень трудной. Нельзя было не обратить внимания на то, что этот рефлекс чрезвычайно изменчив, постоянно колеблющийся. Сейчас известные звуки действуют и слюна течет, а потом они уже не действуют и слюнотечения нет. Наоборот, другие звуки сначала не имеют никакого влияния, а потом действуют. Как это было понять?

Это колебание, изменяемость связи и отношений животного организма к внешнему миру, и составляет, конечно, существенную, характерную черту животного организма, черту, которая и заставила физиологов обращаться к психологии. Ведь в физике, химии у вас имеются связи постоянные, здесь же связи меняющиеся. Эта изменяемость составляет суть реакций животного организма на внешний мир. Понятное дело, что ответ на вопрос, как это понимать, представляет очень большие трудности. Надо было найти формулы, общие понятия для того, чтобы подойти к этой особенной и характерной реакции, которая обладает свойством изменяться. В конце концов такая формула была найдена. Оказалось, как и надо было ожидать, что и эти колеблющиеся отношения могут быть закреплены в известные условия. Именно, оказалось, что известное явление дает определенный результат, получает свое действие только при известных условиях; при других условиях оно теряет свое действие временно, при третьих — теряет совсем. Оказалось, что и это капризное, меняющееся явление все-таки подчинено закону. А установление закономерности и есть первый признак начала обладания предметом.

Но теперь вопрос: как понять, в каком отношении эти колеблющиеся явления, т. е. звуки посуды, вид пищи и т. д., стоят к явлению постоянному, т. е. к тому факту, что слюнотечение всегда происходит при еде? Связаны ли они друг с другом? После многократных исследований оказалось, что все эти переменчивые раздражители получают свое значение по связи с постоянным раздражением. Это капитальный факт. Звуки, вызывающие отделение слюны, не существуют как раздражители сами по себе. Для того чтобы они связались со слюноотделением, для этого всем этим бесконечным изменчивым раздражителям надо совпадать по времени с постоянными раздражителями, и тогда только они получают свое значение. Как же происходит это на деле?

Вы даете животному еду. Это вызывает известную деятельность организма, и притом постоянно. Если теперь, одновременно с тем, как действует этот постоянный раздражитель,

на животный организм падает другой, случайный раздражитель, а этот последний действует много раз в связи с первым, то он сам приобретает постоянное действие. Вот основной закон этих изменчивых, колеблющихся явлений, которые мы наблюдаем в организме животного. Я повторяю. Для того чтобы какое-либо случайное раздражение приобрело значение постоянного, для этого оно должно несколько раз совпасть по времени с раздражением постоянным.

Вот вам первый факт, который ведет к познанию предмета, который дает возможность уловить закономерность в этих, повидимому, хаотических явлениях.

Неоднократные наблюдения, что эти явления (например звук посуды, вид служителя) делаются только при известных условиях раздражителями, дали повод назвать эти переменчивые раздражители условными раздражителями. Первые же раздражители (например еда) были названы безусловными раздражителями. Деятельность животного организма в ответ на безусловный раздражитель названа безусловным, постоянным рефлексом. А реакция организма на временный, условный раздражитель названа условным рефлексом. Таким образом огромная часть деятельности животного организма была вставлена в определенные рамки.

Примеры условных рефлексов вы уже видели в начале курса, мы их вам покажем и еще несколько раз. Вы увидите, что можно получить массу раздражителей, действующих на слюнную железу. Для простоты мы берем один орган — слюнную железу. Причины этого исключительно методические, а по существу можно получить условные рефлексы на любом органе. В числе условных раздражителей вы увидите такие, которые никогда не действуют на слюнную железу в обычных условиях. Связь между этими раздражителями и слюнной железой сделана искусственно нами самими. В условиях же жизни животного совершенно так же, но с другими связями, подобные условные рефлексы делает сама природа, например рефлекс на запах пищи и т. д.

Таким образом вы видите, что оказалось вполне возможно трактовать огромный ряд явлений с чисто естественно-научной точки зрения, не прибегая к психологическим понятиям. И понятие об условном рефлексе совершенно совпало с тем, что думали раньше о низших рефлексах. Рефлекс — это закономерная реакция животного организма на внешний мир при посредстве нервной системы. Разница же между ними та, что первые рефлексы постоянны, а условные — временны. Другими словами, животный организм связан с внешним миром

постоянными связями. Если животному попадет в рот что-нибудь, то у него будет постоянно течь слюна — это одна связь. Но этим не исчерпываются связи организма с внешним миром. Есть другая связь, когда известный агент, влияние связываются с организмом временно, причем связь эта происходит и зависит от определенных условий. Для этого необходимо, чтобы этот раздражающий, действующий агент совпал несколько раз с раздражителем постоянным.

Смысл существования таких временных связей наряду со связями постоянными вполне понятен. Через это совершенствуются, утончаются отношения животного к внешнему миру. Животное получает возможность реагировать на явления более тонко, приспособляясь к самым разнообразным условиям. Животное встречается в своей жизни с массой внешних явлений, как постоянных, так и изменчивых, и если бы у него не существовало механизма образования временных связей, которые могут быть в любое время созданы и уничтожены, то отношения животного к внешнему миру не были бы тогда так совершенны.



Лекция вторая

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ. — УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ. — УГАСАНИЕ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ. — ВНУТРЕННЕЕ ТОРМОЖЕНИЕ. — ПОНЯТИЕ ОБ АНАЛИЗАТОРАХ

Я коротко повторю, что сказал вчера. Я сказал, что когда физиолог приступает к физиологии центрального нервного отдела — физиологии больших полушарий, то он должен задать себе вопрос, как ему думать о той деятельности, которая является функцией больших полушарий. Для того чтобы это объяснить, я вам напомнил, что природа разделяется на живую и мертвую, живая в свою очередь разделяется на мир растительный и мир животный. И вот при изучении этого животного мира, который составляет $^{1}/_{4}$ природы, и возникает вопрос: как думать? Я говорил, что здесь могут быть два взгляда. Можно животный мир рассматривать, так же как и мертвую природу, объективно, а кроме того, его можно рассматривать с внутренней стороны, субъективно, психологически. Перед физиологом и стоит вопрос: как ему поступить, на сторону какого взгляда склониться, какого метода придерживаться: объективного, естественно-научного или же субъективного, психологического? До последнего времени, как я сказал, был принят метод субъективный. Я этот вопрос подверг вчера подробному рассмотрению и спросил вас, есть ли основания для того, чтобы физиолог превращался в психолога или нет. Я вам показал, что психологическое думание совершенно отлично от физиологического. Вы слышали, что сама психология находится в жалком положении, сама ищет и методов, и целей, и путей. Из этого вы могли убедиться, что физиологу нет оснований оставлять свой испытанный естественно-научный метод и итти за советом к психологии. И вы видели, что при трезвом отношении к делу нужно стать на

другую точку зрения и подойти к предмету совершенно объективно.

Такая попытка сначала была применена по отношению к низшим животным. А затем была сделана попытка, в которой участвовал и я, также объективно, с внешней стороны посмотреть и на высших животных. Вчера я изложил вам краткую историю предмета, а сегодня покажу, как можно совершенно объективно подойти к изучению сложной нервной деятельности высших животных и каких можно достигнуть результатов при таком отношении к предмету.

Для изучения этой деятельности надо остановиться на таком органе, где эта деятельность особенно хорошо проявляется. Самый ходовой орган — это, конечно, мускулы. Ведь что в животном мы толкуем как мысль, желание, радость? Мы толкуем так скелетные движения. Но эту же деятельность можно очень хорошо изучать и на слюнных железах. Про слюнную железу тоже говорили, что она может психически раздражаться, следовательно и на ней проявляется высшая нервная деятельность животного. Наши исследования и приурочены к слюнным железам. Это, конечно, не меняет существа дела, так как принципы нервной деятельности всюду одни — на скелетной ли мускулатуре или на слюнной железе.

Вчера я и начал изложение этой нервной деятельности, как она обнаруживается на слюнной железе. Первый, основной факт, который обнаружился, — это факт существования условных рефлексов. Если происходит секреторная деятельность слюнных желез в том случае, когда вы вкладываете что-либо в полость рта собаки, то нет сомнения, что это обычный рефлекс в ответ на внешнее раздражение. То же самое по сути дела представляет и истечение слюны при одном лишь виде пищи или при звуках, сопровождающих получение пищи. Это такой же рефлекс. Но, конечно, бросается в глаза и огромная разница между простым, обыкновенным рефлексом и этим новым рефлексом. Разница, как я вам уже сказал, прежде всего та, что этот новый рефлекс чрезвычайно колеблющийся по своим результатам. Те рефлексы постоянны. Если вам в глаза попадет какая-нибудь порошинка, то вы всегда будете моргать и вымывать эту порошинку. А вот эти раздражения (например вид пищи) то действуют, то не действуют. И это бывает постоянно. Значит, первая черта этих новых, условных рефлексов — их постоянная изменчивость. Но непостоянство реакции еще не означает, что реакция не может быть изучена. Это значит лишь, что такая реакция зависит от многих условий. Вот почему эти рефлексы и были с самого начала

названы условными рефлексами, а первые, постоянные были названы безусловными рефлексами.

Обратимся теперь к изучению условных рефлексов. Первая особенность условного рефлекса состоит в том, что он может быть создан по вашему желанию и может исчезнуть, что это рефлекс, как бы теряющийся на ваших глазах. Я вам сказал уже, что основное условие, чтобы такой рефлекс произошел, следующее; необходимо, чтобы действующий внешний агент совпал по времени с тем агентом, который обусловливает безусловный, постоянный рефлекс. Например, еда постоянно вызывает слюноотделение. Если вы в это время, т. е. во время еды животного, будете действовать чем-нибудь таким, что воспринимается животным, тогда это раздражение, повторенное много раз одновременно с едой — раздражителем постоянным, само становится пищевым раздражителем. Таким образом звук посуды, который всегда совпадает с едой, может стать самостоятельным пищевым раздражителем и будет вызывать слюнотечение.

Вы сейчас увидите несколько таких примеров.

Перед нами собака. К работе слюнных желез этой собаки раньше не имели никакого отношения ни вертушка, ни звук определенной высоты — cis. А теперь имеет отношение и то и другое. Мы пускаем в ход вертушку. Видите, начинает течь слюна. Капли падают очень быстро. Как видите, вертушка действует на слюнные железы, вызывает слюнотечение. Произошла такая связь следующим образом. Каждый раз, когда собаку кормили, пускали в ход и вертушку. Благодаря этому вертушка и сама по себе стала вызывать истечение слюны. Но при этом, как вы видите, мы, подействовав вертушкой, подкармливаем собаку, почему — вы узнаете дальше.

Вот вам фактический пример внешнего механизма образования этих условных рефлексов.

Вот другая собака. Вдоль левой ноги этой собаки прикреплены особые приборчики — кололки. И вы сейчас увидите очень интересный факт. Как только эти кололки начнут действовать, у собаки потечет слюна. Действуем. Видите, собака беспокоится, все время облизывается, и у нее течет слюна. Сейчас мы вольем собаке в рот кислоту. Мы это делаем потому, что у этой собаки покалывание всегда сопровождалось вливанием кислоты. Здесь, значит, покалывание является условным раздражением, действующим как кислота. Прежде со стороны собаки не было никакой реакции слюнных желез на покалывание, а потом, когда многократное действие кололки совпадало с вливанием кислоты, образовался условный рефлекс.

У первой собаки слюноотделение уже остановилось. Пускаем звук cis. Через несколько секунд, как видите, потекла слюна. В короткое время вытекло 11 капель. Видите, как много течет слюны при звуке cis, который обычно никакого отношения к еде не имеет.

Раз вы теперь знаете механизм фактического образования условных рефлексов, то вы легко поймете, что из всего, что существует во внешнем мире и что действует на воспринимающие части организма животного, из всего этого можно сделать условный раздражитель. На следующей неделе я дополню коллекцию условных раздражителей на других собаках и вы увидите очень много интересных фактов. Сейчас эти собаки находятся на операции.

Как я вам сказал вчера, условный рефлекс можно назвать временной связью организма с внешним миром. Если постоянные рефлексы, с которыми мы знакомились по физиологии ряда органов и спинного мозга, характеризовались постоянной связью, всегда одной и той же непременной реакцией на внешнее раздражение, то эти условные рефлексы надо представлять себе временной связью, в этом их отличительная черта. Значение такой временной связи для организма чрезвычайно большое, потому что благодаря таким связям отношение животного к внешнему миру делается чрезвычайно тонким. Например, если пища раздражает животное массой признаков: и звуками, и запахами, и др., то больше шансов для животного захватить эту пищу. Что же касается сути этого механизма, то его можно вполне вставить в рамки естественно-научного понятия.

Явления, наблюдаемые при условных рефлексах, могут всецело подойти под понятия замыкания и размыкания. Подобно тому как города и дома соединяются теперь телефонами, т. е. особыми приборами, которые то замыкаются, то размыкаются, точно так же и организм животного соединяется с внешним миром временными связями, которые могут быть то замкнуты, то снова разомкнуты. И нервный процесс, который делает возможным условный рефлекс, соответствует явлению замыкания, известному в технике.

Если же вы подумаете о том, насколько широко распространены условные рефлексы, то вы поймете, какая огромная задача стоит перед исследователями и какие здесь открываются широкие горизонты. Попробуйте перебрать все свои действия, всю свою жизнь и вы увидите, что она переполнена условными рефлексами. И я говорю, что, быть может, если вычесть из деятельности высшей нервной системы механизм условных ре-

флексов, то на ее долю больше ничего и не останется. Быть может, условные рефлексы и исчерпывают собою всю деятельность высших отделов центральной нервной системы.

Вы видите, таким образом, как перед нами раскрывается деятельность высших отделов нервной системы. И хотя первый шаг к изучению этих отделов и трудно было сделать, зато теперь изучение их стоит уже на прочной почве, и оно вовсе не так трудно и невозможно, как казалось раньше.

Итак, первое наше основное понятие — это понятие об условных рефлексах, о связи внешних агентов с деятельностью организма. Пойдем дальше.

Понятно, что этот предмет чрезвычайно сложный и систематизация материала будет сделана в отдаленном будущем. Однако уже и в настоящее время можно высказать некоторые соображения относительно роли и значения условных рефлексов. Я поставил сейчас опыты, из которых вы видели, что условные рефлексы действительно зависят от многих условий и характеризуются временной связью. Этот факт лежит в основании другого житейского факта, именно того, о котором говорили раньше, что это факт психического возбуждения. Я говорю о том факте, что у собаки при виде мяса или другой пищи появляется слюна. Я докажу сейчас, что это есть тоже условный рефлекс, только созданный самой природой. Вот как это можно доказать. Берут щенят одного помета и кормят их только молоком. Причем один щенок кормится постоянно при звуке метронома, другому дают молоко и в это время всегда распространяют запах камфоры, третьего кормят при одновременном появлении какого-нибудь предмета определенного цвета. После трех-четырех месяцев у щенят делают фистулы, и тогда оказывается следующее. Прежде всего, конечно, видят, что у первого щенка слюну вызывают удары метронома, у второго — запах камфоры, у третьего — цвет. Но интересно то, что у этих щенят мясо никакого влияния на слюноотделение не оказывает. Если поставить перед ними мясо, то слюны никакой не будет; ни вид мяса, ни запах не действуют. Ясно, что когда у выросшей собаки вид пищи вызывает слюну, то это не что иное, как условный рефлекс, образовавшийся уже в жизни точно таким образом, как образовываем и мы условные рефлексы на звуки метронома, вертушки и т. д. Для того чтобы запах и вид мяса стали давать рефлексы, надо, чтобы мясо пришло в соприкосновение с полостью рта и вызвало слюноотделение, и только после этого вид и запах мяса начнут вызывать слюну, так как образуется временная связь.

Интересно, что у щенят, у которых нельзя было получить слюноотделение на мясо, действовал на расстоянии, вызывая слюноотделение, сыр. Очевидно потому, что в сыре есть компонент, родственный по запаху с молоком. А так как запах молока уже стал условным раздражителем, то этот же запах дал рефлекс и с сыра. Таким образом оказалось, что все эти явления, которым приписывалось раньше значение психических актов, есть не что иное, как условные рефлексы с тем же механизмом образования, о котором мы уже говорили.

Итак, условные рефлексы могут быть названы условными потому, что они делаются в течение жизни, затем условны они и потому, что постоянно колеблются от разных условий. Однако это не значит, что их нужно сбросить со счетов, а значит, что их надо тщательно изучать, разбирая все условия. И когда все условия будут изучены и поняты, тогда и предмет будет вполне в нашем распоряжении. Я вам сейчас и представлю те условия, которые экспериментаторы уже держат в своих руках и которыми они вполне управляют.

Вот первое условие, при котором условный рефлекс будет уменьшаться и исчезать, причем это постоянный, всегда наблюдаемый факт. Именно: если я несколько раз буду повторять условное раздражение без постоянного раздражителя, то эффект от условного раздражителя будет слабеть и, наконец, условный рефлекс совсем исчезнет. Этот процесс мы называем угасанием рефлекса.

Вот собака, дающая слюну в ответ на звук cis. Мы будем пускать звук cis на полминуты и считать капли слюны за это время, но подкармливать собаку не будем. Начинаем. В полминуты вытекло 16 капель. Теперь обождем полторы минуты, затем опять на полминуты пустим звук cis и т. д. и каждый раз будем считать капли слюны. Для того чтобы было правильное угасание рефлекса, нужно, чтобы обстановка была по возможности одинаковая, чего в условиях аудитории достигнуть невозможно. Во второй раз вытекло 4 капли. Видите, как быстро упал рефлекс. Это явление падения величины условного раздражителя названо угасанием рефлекса. И это факт, постоянно повторяющийся. Мы знаем теперь, как идет угасание рефлекса, при каких условиях. Больше здесь ничего и не надо знать, если оставаться в пределах точного знания. В настоящее время в надлежащей однообразной обстановке изучены уже сотни таких рефлексов, и опыты теперь можно вести с полной точностью предсказания.

В третий раз вытекло 3 капли. Рефлекс все время угасает. Мы обождем еще немного и если получим 1—2 капли, то на этом

и остановимся, так как в условиях аудитории лучших результатов достигнуть трудно.

Ни одной капли. Видите, как удачно прошел опыт. Рефлекс исчез. Мы можем, конечно, этот рефлекс быстро восстановить, для этого стоит только подкормить собаку при звуке cis, т. е. дать совпасть условному раздражителю с раздражителем постоянным. Есть и другие способы восстановления рефлекса, но я в подробности входить не буду. Мы сейчас и сделаем восстановление рефлекса, ослабление которого прошло на ваших глазах при известных вам обстоятельствах.

Я по лицам вижу, что многие из вас думают, что мы занимаемся пустой работой, что все это можно было бы предвидеть и без опыта. «Собаку обманывают несколько раз, пуская звук cis и не давая еды, ну, конечно, она и перестает давать слюну», так, вероятно, кажется многим из вас. Но если бы я представил вам все фактические отношения, то вы увидели бы, как спасовала психологическая точка зрения. И когда много занимаешься этим вопрсом, то вполне видишь все преимущество естественно-научного метода перед методом субъективным.

Итак, вы видели факт угасания условного рефлекса. Как показал анализ, это явление основано на торможении условного рефлекса. У нас имеются доказательства, что это есть действительно торможение, но я, быть может, не успею привести их вам. Что это есть торможение, а не уничтожение условного рефлекса, — подтвердить просто. Если вы после того, как рефлекс угас, оставили бы собаку на два часа, то звук cis снова вызвал бы слюнотечение, несмотря на то, что вы рефлекса никак не восстанавливали. Это и показывает, что мы в данном случае имеем не исчезновение, а временное торможение рефлекса. Понятно, что если вы имеете явление из сложной нервной деятельности животного, то это явление должно чрезвычайно колебаться, чего никогда не надо забывать. Как на нас, так и на собаку падает масса раздражений, и между раздражениями как бы идет борьба, кому из них получить преобладание. Так что надо ждать и в данном случае, что при общем действии внешнего мира на животное это явление будет маскироваться, отступать на задний план, давая место другим явлениям, которые будут преобладать в данный момент.

Восстанавливаем у собаки рефлекс. Пускание звука cis сопровождаем подкармливанием. В первый раз получено 4 капли. Рефлекс еще не поднялся.

При нормальной лабораторной обстановке, когда вы внешний мир держите, что называется, в ваших руках, во всех этих опытах можно получить большую точность. Точность получается удивительная, не уступающая не только физиологической точности по другим отделам физиологии, но даже и точности физической. Сейчас при Институте экспериментальной медицины будет строиться особое здание, специально приспособленное для работы по условным рефлексам, не похожее на теперешние лаборатории. В комнате не будет никаких посторонних шумов, звуков, сотрясений, не будет слышно ни стуков извозчиков, ни гудения труб. Тогда внешний мир будет вполне в руках экспериментатора и будет впускаться к собаке с его позволения, по его желанию. При такой обстановке можно будет точно изучать все колебания, все условия рефлексов.

На звук cis вытекло в полминуты 6 капель. Рефлекс, как видите, пошел дальше. Мы больше усиливать его не будем. Как только отделение слюны остановится, мы пустим звук cis в сопровождении ударов метронома, и вы увидите, что никакого отделения слюны не будет.

Пускаем звук cis с метрономом. Нет ни одной капли слюны. Перед вами новый факт. Условный рефлекс должен был расти, а между тем мы ничего не получили.

Опыт, который вы сейчас видели, есть опыт огромного физиологического значения. Вы видели, что известное условие, в данном случае звук cis, при одной обстановке дает эффект, а при несколько измененной обстановке, в присутствии нового звука — ударов метронома — никакого действия не оказывает. При одной обстановке данный агент есть законный раздражитель, а при другой — он ограничен, теряет свое действие. Как же это произошло? Этот метроном был взят как индифферентный раздражитель. Собака сначала прислушивалась к нему. Когда собака стала относиться к нему равнодушно, спокойно, тогда его начали прибавлять к звуку cis, но едой не сопровождали. Это было повторено несколько раз, и получились результаты, которые вы видели. Именно cis вместе с метрономом перестал вызывать слюнотечение, а без метронома, конечно, его действие осталось, как и прежде. Значит, метроном как прибавочный раздражитель уничтожил действие звука cis. Этот факт называется фактом условного торможения.

Мы попробуем сейчас cis без метронома. Вытекло 12 капель. Видите, cis один дает полный эффект, рефлекс восстановился.

Если пустить одновременно и звук cis и вертушку, тогда получится усиление, так как произойдет суммация раздражителей.

Таких случайных условий, при которых образованный условный рефлекс слабеет или исчезает, — очень много. Эти случаи торможения изучаются и систематизируются. Те два случая, которые вы видели, и некоторые другие в том же роде составляют сейчас группу тех случаев торможения, которые носят название внутреннего торможения. Здесь, очевидно, торможение происходит на таких основаниях, которые нам по существу не известны. На то, как происходит торможение в самом животном организме, у нас ответа пока нет, мы просто констатируем факты, связанные известными характерными чертами. В подробности я вас поэтому посвящать не стану.

Итак, вы видели два примера внутреннего торможения: угасание рефлекса и условное торможение.

Затем я перехожу к другой группе явлений торможения, которая изучена лучше и отчетливее. Эта группа состоит из фактов так называемого внешнего торможения.

Мы сейчас проведем такой опыт. Ассистент станет перед собакой с игрушкой, которая собаке совершенно неизвестна, и будет эту бумажную игрушку раздувать. Это будет и забавное действие и в то же время представляющее научный интерес.

Игрушка с шумом раздувается и спадается. Одновременно звучит тон cis. У собаки не получилось ни одной капли слюны.

Вы понимаете, почему этот факт называется внешним торможением. Мы можем представить себе механизм этого явления. Вы действуете на собаку игрушкой, т. е. звуками и цветами, картинами, которые для собаки новы. Собака реагировала на этот новый раздражитель — смотрела, прислушивалась, а в то же время обычный условный раздражитель потерял свое действие и слюнотечения не было. Очевидно, такая деятельность явилась результатом раздражения других отделов центральной нервной системы, а не тех, которые действуют, влияют на слюноотделение. Перед нами, таким образом, взаимодействие, борьба одних участков центральной нервной системы с другими. Это и есть тот случай торможения, который мы называем внешним. Таких случаев тьма. Всякое раздражение вызывает какой-либо рефлекс, а раздражений во внешнем мире тысячи, и животное реагирует на них то ухом, то глазом и т. д. Нас всех окружает обстановка, в которой одно мы знаем, другого же не знаем, оно ново для нас, мы в него вслушиваемся, всматриваемся и этим ориентируемся в незнакомой обстановке. Это реагирование животного на все

новое, незнакомое в высшей степени целесообразно. Быть может, этот новый звук опасен для животного, быть может, он, если не принять каких-либо мер, может повести к смерти животного, и понятно, все преимущества на стороне того, кто тщательно изучает обстановку, тонко реагирует на все незнакомые явления, так как это дает ему силу против случайных опасностей. Таких ориентировочных рефлексов бывает очень много, и, конечно, они очень затрудняют изучение условных рефлексов. Вы работаете, а там, на улице, проедет с треском какая-нибудь колымага. Животное прислушивается к этому внезапному шуму, и это неизбежно отразится на точности работы. Вы не можете ни на секунду рассчитать вперед, что произойдет, так как всегда может ворваться какой-либо неожиданный экстренный рефлекс. Вот почему для систематического изучения условных рефлексов и необходимо особое здание.

Так вот этот случай внешнего торможения получил название гаснущего тормоза. Объясняется это название тем, что этот ориентировочный рефлекс может и сам потерять свое тормозящее действие. Всякий из нас знает, что когда в первый раз раздается незнакомый нам звук, то мы к нему прислушиваемся, а потом, если этот звук окажется не имеющим для нас никакого значения, мы на него не обращаем внимания. То же происходит и с собакой. Первый раз она обратила внимание на игрушку, а потом эта игрушка не возбудила бы никакого действия. Вот почему это явление и получило название гаснущего тормоза. Надо сказать, что все эти экстренные рефлексы, если они не очень сильны и повторяются без всякого особого влияния, постепенно гаснут.

Из опытов с условными рефлексами вы видели, что у нас имеются два постоянных рефлекса: один с пищей и другой с кислотой. Между же центрами пищевого и кислотного раздражения существует антагонизм, борьба. Так что если раздражен пищевой центр, то он тормозит центр кислотный. Конечно, и это явление тоже подходит под понятие торможения, потому что здесь один нервный центр ослабляет другой.

Вернемся к опыту. Эта собака с условным рефлексом от кололок. Условный рефлекс на раздражение кожи кололкой связан с постоянным рефлексом на кислоту.

Колем. Собака воет, беспокоится. Вытекло 12 капель слюны. Повторим раздражение — снова 12 капель слюны.

Перед вами обыкновенный кислотный рефлекс, так как происходит раздражение кислотного центра. Кислотный центр отделен от пищевого центра. Так вот, я сейчас произведу раздражение другого центра — пищевого, я дам собаке поесть.

Мы дадим собаке поесть колбасы, а потом посмотрим, как будет действовать кислотный центр. Конечно, мы начнем это делать не во время истечения слюны при еде, а в период так называемого латентного состояния, когда еще остается повышенная возбудимость пищевого центра.

Мы этот опыт рискуем делать на этой собаке в первый раз. Конечно, надо было сначала испытать собаку, не будет ли здесь чего-нибудь нового. Но я, если опыт почему-либо не удастся, объясню, почему.

Покормим собаку колбасой и обождем, пока прекратится отделение слюны, вызванной едой колбасы. После этого наступит латентный период. Ведь ясно, что, кроме периода видимого раздражения, существует еще период латентного раздражения, невидимого. В данном случае за счет этого латентного раздражения я и ставлю опыты. Я допускаю, что и после прекращения слюноотделения состояние раздражения в пищевом центре еще продолжается, остается. Отделение прекратилось. Пускаем в ход кололку. На кололку вытекло 6 капель слюны. Видите, по сравнению с прежним действием кололки слюноотделение задержалось. А ведь мы пользовались лишь временем латентного возбуждения пищевого центра. Случаи эти все очень простые Вы понимаете теперь, что раздражение одних нервных пунктов ведет к ослаблению деятельности других. Факт этот очень важный, и он показывает, как трудно работать по физиологии нервной системы. Вы рискуете каждую минуту получить неточные результаты. Например, если в то время, когда собака стоит на станке, на нее действует какое-либо болевое раздражение, ей что-нибудь трет, или если у собаки от долгого стояния переполнился мочевой пузырь, вы будете иметь задержку вашего рефлекса, потому что центры — болевой и мочеиспускательный — будут ослаблять центр вашего рефлекса. Но надо все-таки сказать, что хотя таких экстренных, непредвиденных раздражителей и много, при опытности их можно предвидеть, всегда принять во внимание и учесть.

Мы рассмотрели две группы явлений торможения: внутреннее и внешнее торможение. Но имеется еще одна группа торможения, хотя в ней считается чуть ли не один представитель. Это — сонное торможение. Когда животное засыпает само или его вводят в сон, то происходит торможение рефлексов. Есть такие вещества, при помощи которых можно очень быстро ввести собаку в сонное состояние. Тогда вся деятельность нервной системы притупляется. Такое торможение можно назвать сонным.

В этом коротком изложении вы познакомились с тем, как много существует условий, которые определяют силу нашего условного рефлекса. Поистине, это «условный» рефлекс. Он на наших глазах образовывается, на наших же глазах и меняется и исчезает под влиянием самых разнообразных условий.

Итак, первое, кардинальное, основное явление, которое мы усматриваем в сложной нервной деятельности животного с объективной точки зрения, — это условный рефлекс, временная связь какого-либо раздражителя с определенной деятельностью животного. Это явление очень распространенное и представляется в чрезвычайно разнообразных формах, если вы примените к нему всевозможные случаи торможения.

Рядом с этим капитальным явлением временной связи в сложной нервной деятельности животного нужно отметить другое, столь же капитальное явление, именно — явление анализа внешних раздражений. Вы понимаете, что эти две вещи тесно между собой связаны. Если животное должно постоянно ориентироваться и приспособляться ко всем условиям, то, очевидно, организм должен обладать способностью различать элементы внешнего мира и, разлагая внешний мир на элементы, анализировать его. Мы это постоянно и делаем. Мы нашими глазами, ушами разлагаем мир на отдельные категории раздражителей, на категории раздражителей зрительных, слуховых. Каждая из этих категорий воспринимается особым прибором. Так, ухом мы воспринимаем звуки, шумы, глазом — свет, предметы и т. д. В свою очередь каждый из этих приборов анализирует массу сходных раздражителей и отличает их друг от друга. Ухом мы, например, различаем звуки разной высоты, разного тембра, силы. Ясно, что следующая капитальная деятельность животного организма есть анализ, разложение внешнего мира на отдельные элементы. Если же вы соедините теперь эти два рода деятельности, то вы захватите такое множество явлений нервной деятельности, что перед вами встанет вопрос: остается ли еще что-нибудь, помимо этого, на долю нервной деятельности? Может быть, эти два механизма и исчерпывают собою всю деятельность животного, и больше ничего не остается? Вопрос этот, конечно, пока и остается вопросом, но во всяком случае эти два механизма, механизм условных рефлексов и механизм анализа, так огромны по своему значению и применению в жизни животного, что ими будут заниматься тысячи ученых много лет, прежде чем предмет будет окончательно разработан.

Я сейчас и приступлю к физиологии этого другого основного явления сложной нервной деятельности, явления анализа

внешнего мира. При помощи слюнных желез и условных рефлексов можно чрезвычайно хорошо изучать эту анализаторную работу.

Мы имеем у этой собаки, благодаря уколам ноги кололкой, специальный условный раздражитель, заменяющий кислоту. Мы ставим вопрос: в какой степени нервная система собаки различает отдельные участки кожи один от другого? Раньше мы раздражали плюсну, а теперь будем раздражать другое место. Мы будем колоть сейчас бедро. Колем. Никакого действия. Видите, перед нами факт анализа. Укол плюсны вызывал слюнотечение, а укол другого места кожи не действует. Но мы взяли это место очень далеко. Теперь будем раздражать ближайшую точку к первой, т. е. к плюсне. Упали две капли слюны. Значит, у собаки отличается резко и это место от первого. Вы видите, что такой способ годен для того, чтобы изучать анализаторную способность собаки. Вы можете дальше испытывать, различает ли животное форму раздражителя, например отличает ли оно квадрат от треугольника и т. д. Можно также исследовать, различает ли оно гладкое и шероховатое и т. д. Вы можете получить анализ интенсивности раздражения. Вы можете перейти к термическим раздражениям и решать, как отличается высота температуры в разных местах кожи. Опыты можно, как видите, комбинировать на разные лады. Бесконечный ряд опытов можно проделать и с анализом звуков. Вы увидите, что собака раздражается от таких звуков, которых мы совершенно не слышим. Вы увидите затем, что ушной анализатор собаки отличает не только один тон от другого, но что он отличает даже мелкие части тона, например, замечает разницу при изменении звука на 1/8 тона. На 800 колебаний в секунду она дает реакцию в виде слюнотечения, а на 812 колебаний уже не даст. Мы, люди, отличаем разницу в 1/8 тона с большим трудом даже в том случае, если один тон следует за другим через короткий промежуток времени, а собака отличает эту разницу через неделю. Затем, оказывается, что ушной анализатор собаки раздражается такими тонами, которых мы не слышим. Вы берете гальтоновский свисток и сами не слышите никакого звука, а собака слышит и отвечает слюнотечением. Наше ухо слышит только звуки в 45—50 тысяч колебаний в секунду, а анализатор собаки слышит тон в 80—100 тысяч колебаний.

Один из ваших товарищей исследовал такую вещь. У собаки был образован условный рефлекс на 100 ударов метронома в минуту. Собака на 100 ударов давала реакцию слюнотечения. А от этого раздражения было дифференцировано раздра-

жение в 104 и 96 ударов. Ни на 104, ни на 96 ударов слюнотечения не было. Между тем разница в промежутке между ударами составляет $^1/_{43}$ часть секунды.

Теперь, я думаю, вы поймете, что и при совершенно натуралистическом, объективном формулировании сложной нервной деятельности животного можно овладеть предметом. Вы видите, что я могу вполне обойтись без психологических понятий, тем более, что они и у психологов до сих пор вызывают слезы, а не удовлетворение. Здесь же исследователь может собирать массу точных фактов и систематизировать их.



Лекция третья

ВРЕМЯ КАК УСЛОВНЫЙ РАЗДРАЖИТЕЛЬ. — ПРОЦЕССЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ В КОРЕ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА. — ЗАКОНЫ ИРРАДИАЦИИ И КОНЦЕНТРАЦИИ. — ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ УСЛОВНЫХ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ. — ВНЕШНЕЕ ТОРМОЖЕНИЕ

Вчера я остановился на описании деятельности механизма анализаторов, которые существуют в высшем отделе центральной нервной системы. Анализатор — это такой прибор, который имеет своей задачей разлагать сложность внешнего мира на отдельные элементы. Понятие анализа — понятие вполне естественно-научное. Возьмите треугольную призму, которая разлагает белый луч на лучи разной преломляемости, разной длины волны. Возьмите глазной анализатор. Он состоит из n. opticus и из ретины, т. е. из проводящего нерва и из группы нервных клеток, которые связаны между собою. Такой прибор глаза разлагает эфирные колебания на колебания разной длины, и мы различаем красный, синий и другие цвета, которые, как вам известно, отличаются между собой только длиной волны. То же самое по принципу устройства представляет собой и ушной анализатор. Вообще, анализаторы — это такие аппараты, которые разлагают внешний мир на элементы и затем трансформируют раздражение в ощущение.

Я вам вчера уже сказал, что при помощи условных рефлексов, т. е. временного замыкания, имеющегося в нервной системе, аналогичного замыканию током в системе электрической, можно очень тонко и подробно изучить действие этих анализаторов. Я вам приводил примеры анализаторной способности собаки. Вы видели, что одно место кожи отличается от другого. Сейчас я представлю вам еще несколько примеров

такого расщепления внешнего мира на отдельные элементы. Сейчас у нас будет совершенно своеобразный опыт, который тем не менее относится к деятельности анализаторов. Мы в опыте на этой собаке покажем время в качестве условного раздражителя, а также тонкую дифференцировку времени. Вам, конечно, пока непонятно, как это время является условным раздражителем. Все говорили о внешнем мире, а тут вдруг время. Но это лишний раз доказывает, до какой степени целесообразно объективное изучение центральной нервной системы. Благодаря ему мы имеем возможность трактовать вполне естественно-научно такие явления, которые мы привыкли считать какими-то неосязаемыми, которые, казалось, можно рассматривать только как философские предметы. Вы убедитесь, что эти явления вполне доступны точному изучению. Конечно, здесь имеются особые условия, но их можно объяснить с чисто физиологической точки зрения.

Так вот, мы будем демонстрировать вам время как условный раздражитель. Законно спросить: что же это за внешний предмет время, где его взять? Для физиологического понимания нужно знать следующее. Я вам вчера говорил, что при помощи условных рефлексов можно очень хорошо определить не только то, отличают ли анализаторы животного отдельные элементы один от другого, но и определить, насколько эти анализаторы отличают различные степени интенсивности и силы раздражителей. Вы пускаете определенный тон, и притом определенной силы, и связываете его с работой слюнных желез. И можно достигнуть того, что только тон данной силы будет раздражителем, а тон немного большей силы уже не будет действовать. Так что мы видим, что животным анализируется и сила раздражения, а не только характер раздражения. Причем у собаки анализаторная способность в этом отношении чрезвычайно велика. В некоторых случаях наше ухо совершенно не различает, какой тон сильнее, какой слабее, а ухо собаки различает. Так вот, если вы учтете это, тогда мы быстро подойдем к объективному пониманию времени. Ведь если определенная сила есть раздражитель, отличаемый анализаторами животного, то надо представить себе, что всякое раздражение переходит в возбуждение нервной клетки определенной силы. Следовательно, в нервной клетке дана возможность отличать каждый этап возбудимости один от другого. С фактом анализа силы раздражения устанавливается факт отличения одного момента нервной деятельности от другого, как бы тонко ни отличались эти состояния. Если вы это примете, то поймете, что отличение расстояния одного раздраже-

ния от другого и будет мерой времени. Если я воспринял известное раздражение, то это раздражение будет представляться в нервной системе возбуждением клеток известной силы. По мере того, как я буду отходить во времени от этого раздражения, и возбуждение будет слабеть. Если теперь другое раздражение совпадает с известным промежутком времени после первого, то оно совпадает и с оставшимся возбуждением определенной силы. Таким образом время как условный раздражитель — это определенное состояние раздраженных нервных клеток. Известная степень этого состояния возбуждения и есть сигнал, что прошел определенный промежуток времени.

После этих замечаний вы поймете тот опыт, который мы сейчас проделаем. У нас есть собака, которую кормят через каждые полчаса. Сумма раздражений, полученных собакой во время еды, постепенно тает, ослабевает. Причем через 30 минут собака раздражается, как условным раздражителем, известным состоянием возбуждения в нервных клетках, и этот анализ времени может быть доведен до большой точности. Следовательно, известное состояние нервных клеток на тридцатой минуте после раздражения едой и есть условный раздражитель. Для того чтобы сделать опыт демонстративней, проделано следующее. Собака кормится при звучании метронома, так что метроном тоже условный раздражитель, но суммарный с тридцатой минутой; он раздражает только тогда, когда придется на тридцатой минуте, а один до тридцатой минуты не действует. Итак, вы кормите собаку в определенное время, сопровождая кормление звучанием метронома, перед кормлением на звук метронома выделяется слюна. Если вы пускаете в ход метроном через 15 минут после еды, то он не действует, так как при нем нет другого компонента — тридцатой минуты. Пробуете его на двадцатой, двадцать пятой минуте — не действует. И только тогда, когда вы пустите метроном на тридцатой минуте, у собаки выделится слюна.

Вы видите, таким образом, что сложная нервная деятельность, которая до последнего времени объяснялась психологически, может быть изучаема совершенно объективно таким же точным методом, каким изучаются и все остальные отделы физиологии. Вы видите, что нервная деятельность животного может быть представлена в виде работы двух механизмов: в виде условных рефлексов — механизма замыкания — и в виде механизма анализаторов, о которых я сейчас говорил. Быть может, эти два механизма и исчерпывают собою всю нервную деятельность животного, до такой степени, если подумать, они охватывают массу явлений.

Теперь, что же лежит в основании этих видов деятельности? Мы знаем по данным из нервной физиологии, что основные элементарные явления есть явления процесса раздражения и процесса торможения, о них я уже говорил вам. Следовательно, первый вопрос, который возникает, это: какое отношение существует между этими двумя явлениями, как их понимать одно относительно другого? Этот вопрос представляет большую загадку. Делается много предположений, возникают догадки, но физиологи еще далеки от полного понимания этого вопроса. Быть может, окажется впоследствии, что та масса явлений, которые мы валим в одну кучу под этикеткой «торможение», распадется на отдельные самостоятельные части. Я вам вчера показал три группы явлений торможения, а может быть окажется, что они различны между собой не как группы, а по сути дела.

Эта собака, как вы могли заметить, была подкормлена при звучании метронома в 15 минут десятого по аудиторным часам. Со времени кормления прошло 15 минут, и метроном один никакого действия не оказывает. А когда пройдет еще 15 минут, тогда при звучании метронома вытечет 5—10 капель слюны, потому что тогда метроном совпадет с другим компонентом — тридцатой минутой. Если метронома не пускать на тридцатой минуте, тогда слюна все равно потечет, так как тридцатая минута и одна является достаточным раздражителем.

Итак, вы видели, что один метроном на пятнадцатой минуте отделения слюны не вызвал. Вот теперь прошло 30 минут. Вытекло три капли слюны. Вы видите, в пятнадцатую минуту метроном не вызвал ничего, а теперь он вызвал три капли. Мы раздражали сейчас собаку суммарным раздражителем — тридцатой минутой и метрономом. То, что мы называем временем, является условным раздражителем, как и все внешние объекты. Здесь участвуют и механизм временной связи и анализатор. Анализатор отличает тридцатую минуту, и она связывается с деятельностью слюнной железы.

Эта методика очень удобна для изучения дифференцирования времени. Вы можете пробовать двадцатую минуту, двадцать пятую, и если рефлекс хорошо выработан, то даже на двадцать девятой минуте метроном не вызовет слюны, и только на тридцатой минуте слюна начнет течь. Значит, дифференцировка моментов времени, отличения этапов времени доходит у собаки до больших тонкостей.

Я обращаюсь опять к элементарным процессам возбуждения и торможения. Я вам уже сказал, что вопрос относительно того, что́ такое торможение, еще далек от своего решения;

возможно, что те явления, которые мы собираем теперь под названием торможения, будут разбиты на части и получат другое значение. Но относительно некоторых видов торможения выступает совершенно отчетливо, что это есть как бы оборотная сторона процесса возбуждения. Процесс торможения является часто как бы самим раздражением, он чрезвычайно точно воспроизводит процесс раздражения. И я могу вам сейчас охарактеризовать этот процесс.

Вчера я вам показывал явления торможения, которые мы объединили под названием внутреннего торможения. Вы помните опыты с угасанием рефлекса. Я вам сказал, что это угасание есть проявление торможения. Я вам показал и другой опыт. Звук cis один вызывал слюнотечение, и тот же звук cis вместе с метрономом не вызывал. Я назвал это явление условным торможением. Так вот, вы имеете перед собою один ряд торможения, которое мы называем внутренним. И вот вам первая черта, которая сближает процесс торможения с процессом раздражения, черта неожиданная, которая вызывает удивление у современных психологов и неврологов. Состоит эта черта в том, что само внутреннее торможение может в свою очередь тормозиться и устраняться. Сначала это кажется странным: «торможение торможения», как будто бессмысленное сочетание слов. Но вот вам факты. Помните, вчера, когда происходило угасание рефлексов, я просил вас быть тише, чтобы лишним раздражением животного не испортить опыта. Это было рассчитано вот на что. Если условный раздражитель не подкрепляется постоянным, безусловным раздражителем, то он постепенно теряет свое действие и происходит угасание условного рефлекса, зависящее от развития процесса внутреннего торможения. Вы помните, что тон cis не вызвал рефлекса, и я говорил вам, что это есть процесс торможения. Так вот, если в то время, когда развивается угасание, т. е. процесс торможения, на собаку падают какие-либо другие раздражения, то тогда сейчас же угасший условный раздражитель вновь начинает действовать. Следовательно, эти новые раздражения растормаживают угасающий рефлекс. Мы имеем перед собой факт, что процесс торможения может быть устранен посторонним раздражением или, если употребить то же слово, может быть в свою очередь заторможен. Вот вам та черта, которая показывает, что торможение надо считать какой-то изнанкой процесса раздражения. Подобно тому как вчера красная игрушка (называется она тещин язык) дала задержку условного раздражения, точно так же эта игрушка, если бы она была применена во время процесса торможения, затормозила бы и торможение.

Но еще больше доказывается тождество процессов торможения и раздражения, несмотря на их видимую противоположность, теми подробностями, к которым я сейчас перехожу и которые являются поистине законами этих процессов.

Законы этих элементарных процессов как раз и обнаружились при изучении с объективной точки зрения механизма условного раздражения и механизма анализаторов. Это я вам сейчас и расскажу, а частью и покажу. Я перехожу к детальной характеристике процессов торможения и раздражения, как они изучены в деятельности условных рефлексов и в деятельности анализаторов.

Вот с чего мы начнем. Возьмем, положим, ту собаку, у которой вчера звук cis вызывал слюноотделение, и вернемся к тому времени, когда у этой собаки впервые образовался условный рефлекс. Конечно, вначале этот звук cis не был связан со слюной, мы связали его сами. Мы пускали его каждый раз при кормлении собаки. Когда совпадение звука cis и еды повторяется несколько раз, тогда cis связывается со слюнной железой и является возбудителем слюноотделения.

Так вот, когда вы отметили, что этот cis впервые стал возбудителем, связался со слюнным центром и стал вызывать слюноотделение, то вы устанавливаете одновременно и следующий непременный факт во всех опытах. Хотя вы, образовывая рефлекс, применяли звук определенной высоты, именно cis, но первое время, кроме этого cis, на слюноотделение действует и масса других звуков, действуют тоны и выше и ниже cis, действуют даже разные шумы.

Вопрос: Ведь процесс торможения походит на процесс раздражения тем, что оба они могут быть заторможены? В таком случае, если я буду тормозить процесс торможения, то я заторможу и торможение и самый условный рефлекс. Каким же образом может быть обнаружено торможение процесса торможения?

И. П. Павлов: Ответ на этот вопрос дают факты. Действительно, если вы возьмете сильный раздражитель, то он все уничтожит: и процесс торможения и условный рефлекс. Но оказывается, что процесс торможения податливее, он гораздо легче тормозится, чем процесс раздражения. И всегда можно подыскать раздражитель такой силы, которой будет достаточно для того, чтобы затормозить процесс торможения, и недостаточно, чтобы затормозить процесс раздражения и уничтожить условный рефлекс.

Я возвращаюсь к характеристике процесса торможения. Я говорил, что когда из звука cis сделали впервые условный раздражитель и начали пробовать другие звуки, то оказалось,

что и они действуют. Что это значит? На основании дальнейших фактов мне и представляется, что это есть обнаружение одного чрезвычайно важного закона. Закон этот состоит в том, что когда раздражение приходит в известную клетку больших полушарий, то оно не остается в этой клетке, а распространяется на больший или меньший район, иррадиирует. Только так и можно понять тот факт, что я соединял со слюнной железой один звук, а у меня оказались соединенными несколько звуков. Раздражение разлилось по мозгу, и получилось соединение с пищевым центром не только этого звука, а и многих других звуков. Этот факт вы увидите собственными глазами.

Итак, значит, первый закон — это иррадиация. Раздражение, падая на известную клетку, не остается в ней, а непременно распространяется по мозгу на соседние клетки. Если вы обратитесь к своему субъективному миру, то вы найдете подтверждение, иллюстрацию к закону иррадиации. Мы вначале с большим трудом различаем сходные предметы и постоянно смешиваем их. Точно так же при изучении какой-нибудь новой науки мы сначала путаем понятия. Это и есть субъективное выражение объективного факта разлития раздражений, закона иррадиации.

Но, кроме этого закона иррадиации, существует обратный ему закон — закон концентрации, и этот последний обнаруживается на тех же фактах. Первое время условный рефлекс оказывается связанным со многими сходными раздражителями, но если вы долгое время сопровождаете подкармливанием только звук cis, то рефлекс становится все более и более специальным. Наконец при известном числе повторений вы доходите до того, что только этот тон действует и никакой другой, даже отличающийся на $1/8$ тона вверх или вниз, не действует. Значит, я должен сказать, что вместо первоначального факта — разлития раздражения на большую территорию — постепенно произошло концентрирование раздражения в одной точке. Таким образом вы видите, что деятельность нервной системы регулируется двумя законами: законом иррадиации и законом концентрации. Раздражение сначала разливается по мозгу, а потом концентрируется в определенном пункте. На следующей неделе я вам это покажу наглядно. Мы поставим опыт, и вы увидите все своими глазами.

Мы говорили сейчас о двух законах, которым подчиняется всякое раздражение. Но совершенно то же самое свойственно и процессу торможения: и он сначала разливается, а потом концентрируется. Опыт этот идет очень красиво, и я его на будущее время буду готовить специально для лекционных целей,

хотя он и не нужен уже для лаборатории. А пока я объясню вам так, без опыта. Вообразите себе опыт с кололками, но несколько иначе поставленный. У собаки на стопе имеется кололка, но недействующая, а вдоль ноги кверху расположены кололки, которые постоянно вызывают слюноотделение. У нас в опыте, который вы видели, было наоборот: нижняя кололка вызывала слюноотделение, а верхние почти не действовали. От нижней мы получали 12 капель слюны, а от верхних 1—2 капли. Так вот, можно все расположить совершенно наоборот. На стопе поместить недеятельную кололку, а все остальные, выше лежащие кололки сделать деятельными.

Я перехожу к опыту. На этой собаке пойдет опыт с ушным анализатором. 144 удара в минуту служат для этой собаки обычным раздражителем. Пускаем метроном: 12 капель слюны. Теперь мы выждем, пока не прекратится отделение слюны, и попробуем другую цифру больше или меньше 144. Пробуем 104 удара. Ни одной капли. Собака не обращает на метроном ни малейшего внимания.

Вы имеете теперь массу примеров анализаторной способности собаки. Думаю, что для вас это теперь ясно.

У нас, у людей, наша высшая сознательная деятельность идет наперекор этим низшим способностям дифференцировки и мешает тонкой дифференцировке. Что это так, доказывается тем, что в некоторых случаях при изменении обычной сознательной деятельности дифференцировочная способность человека обостряется. При особых состояниях так называемого ясновидения дифференцировочная способность человека доходит до бесконечной тонкости.

Я вам сейчас покажу, каким образом происходит дифференцировка и что до сих пор удалось понять в механизме дифференцирования раздражителей от соседних родственных раздражителей. Это и будет переходом к тому, что я вам обещал рассказать о сходстве законов раздражения и торможения.

Я нарисовал здесь лапу собаки и пять кололок. Вы из этой кололки (вторая снизу) делаете активного раздражителя. В конце концов вы достигнете того, что эта кололка будет всякий раз вызывать слюноотделение. Я эту кололку отмечу крестиком, т. е. как положительно действующую кололку. Когда я, образовав рефлекс с этой кололки, пробую другие, то оказывается, что действуют и они. Это — иррадиация. Но я пойду дальше. Я хочу дифференцировать эти кололки, хочу, чтоб они отличались друг от друга. Сделать это можно следующим образом: я буду повторять раздражение мест четырех

верхних кололок и сопровождать раздражение их подкармливанием собаки, раздражение же этого последнего нижнего места специально не буду подкреплять едой. Тогда я достигну того, что четыре верхние кололки будут вызывать слюноотделение, а нижняя будет инактивная. Значит, я дифференцировал: эти четыре кололки дают слюну, а пятая не дает.

Теперь, какой процесс лежит в основе этого различения места кожи? Исследования показывают, что тут работает торможение. Я начинаю экспериментальный день с раздражения кожи второй кололкой, получаю, положим, 10 капель слюны и сопровождаю раздражение едой; это подкармливание называется подкреплением условного рефлекса. Затем пробую первую кололку: она не действует. Если я вскоре, через полторы-две минуты, после недеятельной кололки попробую ту же вторую кололку, то оказывается, что и она теперь или совсем не действует, или же действует слабо. Что это значит? Самое законное представление здесь такое, что когда я раздражал кожу первой недеятельной кололкой, то процесс торможения, который покрыл собою процесс раздражения и уничтожил условный рефлекс, остался существовать некоторое время и после раздражения первой кололкой. И когда я вскоре снова обратился ко второй кололке, то оказалось, что и она не действует, так как рефлекс заторможен. Необходимо пропустить, переждать некоторое время, чтобы вторая кололка снова начала действовать. Следовательно, ясно, что тут имеет место процесс торможения. Этот факт, о котором я сейчас рассказал, доказывает, что процесс торможения лежит в основе дифференцирования.

Этот случай очень хорош, чтобы показать соотношение между субъективным мнением и объективным. Будем рассуждать психологически. Собака запомнила, что раздражение этого второго места — еда, готовься к еде. А относительно нижнего места запомнила, что при раздражении его еды не будет. Ну, многими повторениями я утвердил ее в этом знании. Делаю опыт. Раздражаю второе место — слюна течет. Собака помнит. Раздражаю первое, нижнее место — слюны нет. Собака помнит, она доказала, что она помнит и одно и другое место. Тогда я раздражаю опять второе место, которое собака помнит. И вдруг оказывается, собака почему-то все забыла, перепутала, и никакой слюны, как должно было быть, — нет. И должно почему-то пройти 5—10 минут, чтобы она снова вспомнила. Как видите, с психологической точки зрения ничего нельзя понять. Дело в том, что оба процесса — и торможение и возбуждение — имеют известную косность.

Итак, вы знаете, как происходит процесс дифференцировки: развивается процесс торможения, который как бы давит на процесс возбуждения и устраняет его.

Теперь идем к дальнейшим очень интересным подробностям. Вы имеете, значит, четыре деятельных кололки и одну недеятельную. Вы пробовали эти четыре кололки, и все они одинаково дают, положим, 10 капель. Теперь вы пробуете первую, нижнюю кололку и получаете нуль. Через минуту вы опять пробуете четыре верхних кололки и при этом наблюдаете вот какое поразительное явление. Если вы пробуете пятую, самую верхнюю кололку, то получаете 10 капель, если вы пробуете через минуту четвертую кололку, то получаете 7 капель, от третьей получаете 3 капли, а от второй, ближайшей к недеятельной, ничего не получаете. Вы видите из этого факта, что то торможение, которое вы развили, распространилось в разные места с различной силой. На близкие места торможение действует сильно, а на отдаленные едва заметно. Вы имеете здесь иррадиацию процесса торможения.

Но здесь же можно наблюдать и другой закон — закон концентрации. Если вы испробуете кололки не через минуту, а через минуты две, то вы получите такие результаты: от пятой будет 10 капель, от четвертой тоже 10, от третьей 7, а от второй 5. Очевидно, с течением времени волна отливает и торможение становится все меньше и меньше. Вначале волна разлилась на большое пространство, а потом она начинает концентрироваться в одном пункте. Через три минуты вы уже от всех четырех кололок получите, как и прежде, по 10 капель. Волна торможения к этому времени уже сконцентрировалась в одном пункте. Очевидно, что процесс торможения подлежит тем же законам иррадиации и концентрации. Этим и устанавливается главное родство этих двух сторон нервной деятельности — процесса торможения и процесса раздражения.

Пойдем дальше. Благодаря объективному методу мы получили чрезвычайно важные факты относительно основных законов нервной деятельности — процессов торможения и раздражения. Теперь я уясню вам эти законы. Итак, деятельность больших полушарий определяется двумя законами: законом иррадиации, разливания процессов возбуждения и торможения, и законом их концентрации. Но будем ли мы в состоянии объяснить из сущности этих законов некоторые факты? Я представлю вам два примера, которые можно объяснить установленными законами, и докажу это в опыте на собаке.

Как представлять себе процесс внешнего торможения? У нас имеется условный рефлекс от звука cis. Потом я применил

экстренный раздражитель в виде игрушки, который вызвал реакцию собаки, и вы видели, что в результате получилось уничтожение условного рефлекса. Звук cis слюны не вызвал. Это надо понимать так: игрушка вызвала со стороны собаки двигательную реакцию. Понятно, что все эти движения могли произойти только за счет раздражения известного пункта больших полушарий. Раздражение от игрушки вошло в мозг и дало импульсы к мускулам. Физиологически можно понимать этот факт так, что раздражение двигательного центра повело к торможению центра, связанного со звуком cis. Один раздраженный центр повел к понижению возбудимости другого центра. Так это объясняется. И такое объяснение вполне соответствует факту. Вы вызвали новое раздражение, и это повело к уменьшению деятельности прежнего центра. Но как же произошло это уменьшение? Как его понимать? Очевидно таким образом, что известная нервная энергия была перетянута из первого центра к центру, который реагировал на игрушку. Энергия из первого центра ушла, и эффект уничтожился. Вы видите, что это явление очень походит на закон концентрации. Известный пункт имеет наклонность привлекать к себе раздражение из других пунктов. Без натяжки это можно так себе представить. Вы развили очаг сильного раздражения игрушкой, и он отвлек энергию из более слабого очага условного рефлекса. Поэтому действие условного рефлекса смешалось, уничтожилось. Вы видите, что явление внешнего торможения сводится к закону концентрации.

Теперь попробуем понять и самый условный рефлекс с точки зрения закона концентрации. Как он происходит? Это есть связь известного раздражения с известной деятельностью организма. В известные отделы нервной системы вы посылаете известные раздражения, например, давая еду собаке, и создаете в больших полушариях очаг сильного раздражения. Что такой очаг раздражения существует — видно из того, что собака движется и у нее течет слюна. Ясно, что вы образовали в нервной системе сильный очаг возбуждения. И если в этот момент на собаку действуют индифферентные раздражители, то и они направляются к этому же очагу и привлекаются таким образом в определенный пункт, вместо того чтобы разлиться по большим полушариям. Если это повторяется много раз и индифферентные раздражители совпадают с постоянным, то путь протаривается и возбуждение усиливается. Следовательно, и самое явление условного рефлекса можно рассматривать как частичное обнаружение закона концентрации возбуждения. Именно: если вы имеете сильный пункт возбуждения, то к этому пункту

привлекаются более слабые раздражения из других пунктов.

Я вам сейчас продемонстрирую некоторые факты.

Вот пес Рыжик. У нас есть более удобные собаки для этого опыта, так что если этот пес окажется не на высоте, то я вам покажу этот опыт на других собаках. Опыт этот представляет большую важность. Дело в том, что на эту собаку через особый прибор падает сильное электрическое раздражение, от которого каждый бы из вас вскрикнул. Говоря обыденным языком, это надо назвать болевым раздражением. Но мы, стоя на объективной точке зрения, называем это разрушительным раздражителем, так как боль бывает всегда тогда, когда есть угроза целости организма. Так вот, мы на эту собаку и действуем разрушительным, т. е. болевым, раздражителем. Что же должно последовать на это? Всякий знает, что если, например, на руку падает болевой раздражитель, то мы прежде всего отдергиваем руку, а потом вскрикиваем, т. е. мы производим оборонительную реакцию. Таков факт из обыденной жизни. Разрушительный раздражитель постоянно связан с определенной деятельностью. То же самое наблюдается и при опытах на собаках. Всякая собака, если вы ее поставите на станок и пустите этот разрушительный электрический раздражитель, начинает биться, кричать. Словом, и здесь происходит оборонительная реакция. Такова связь этого болевого раздражения с организмом. Из клеток, воспринимающих раздражение, возбуждение идет к двигательным клеткам, которые дают импульсы к движению.

Теперь, что произойдет, если этот раздражитель пустить во время пищевого условного рефлекса. Понятное дело, вы получите торможение рефлекса. Вы будете иметь обыкновенный факт внешнего торможения. Следовательно, до сих пор все явление понятно. Понятен и самый факт с внутренней стороны, а именно: вы здесь имеете применение закона концентрации. Вы вызываете к деятельности сильный центр оборонительного рефлекса, и он отвлекает энергию из центра пищевого условного рефлекса. Но пойдем дальше. Что будет, если собаку во время действия этого раздражителя вы будете систематически подкармливать? Прежде всего будет такой факт. Если вы этот раздражитель станете пускать один, то собака начнет обороняться, как и всегда, а если вы одновременно будете собаку и кормить, то оборонительная реакция будет слабеть. Когда же вы повторите это много раз, то оборонительная реакция исчезнет совсем. Значит, вы имеете здесь взаимодействие двух центров — оборонительного и пищевого, причем пищевой центр успешно борется с оборонительным. Пищевой

центр оказывается сильнее оборонительного и притягивает из последнего возбуждение.

Пойдем дальше. Если продолжать опыты, то можно дойти до того, что оборонительная реакция исчезнет без следа, а рядом с этим тот же ток будет вызывать слюноотделение, т. е. произойдет переключение раздражения. Раздражение, которое было связано с центром оборонительного движения, вы теперь замкнули с центром пищевым. Собака теперь при страшном болевом раздражении виляет хвостом и выделяет слюну. Вы имеете отчетливую картину перетягивания раздражения из одного пункта в другой.

Приступаем к опыту. Раздражаем собаку сильным электрическим током: 2 капли слюны. Мало. Эта собака недемонстративная. У нас есть собаки, которые дают много больше.

Здесь есть еще очень поучительная подробность. Вы можете этот болевой раздражитель увеличивать как угодно, и он все-таки дает пищевую реакцию. Какое логическое следствие вытекает из этого? Ведь если верно то, что я говорил, то, значит, с каждым болевым раздражением вы должны получить то же самое. Так оно и есть. Совершенно так же вы можете на собаку действовать температурой в 100°, можете прижигать ей кожу, и от всего этого можно получить пищевую реакцию. Вы можете зажать кожу в крепкие тиски и давить, и собака будет давать на это слюноотделение. Очевидно, что разрушительное раздражение замкнулось в данном случае с пищевым центром.

Если вы вдумались в то, что я вам говорил, то у вас из обыденной жизни должна явиться масса иллюстраций к этому закону. В этом факте перемычки раздражений находится причина того, что, когда мы очень заняты чем-нибудь, мы делаемся невнимательными ко всему окружающему, на нас мало действуют посторонние раздражения, мы ничего не слышим, не чувствуем, или, например, когда человек переносит из фанатизма различные мучения, не двигая ни одним мускулом.

Вернемся к опыту. Раздражаем собаку очень сильным электрическим током. Собака виляет хвостом, весело настроена. Вытекло 5 капель.



Лекция четвертая

СТАРЫЕ ФАКТЫ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ. — ЛОКАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ В КОРЕ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ. — МЕТОД РАЗДРАЖЕНИЯ И ЭКСТИРПАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ

Вы знакомы теперь с деятельностью высшего отдела центральной нервной системы, как она представляется с внешней, объективной точки зрения. Вы видели, что масса фактов, принадлежащих к сложным отношениям животного к внешнему миру, укладывается в рамки естественно-научных понятий. Этими понятиями мы и будем пользоваться, когда приступим к объяснению накопленного в старой физиологии материала из отдела деятельности больших полушарий. Попытка эта совершенно новая, и она делается только в наши дни. Факты, которые собраны, исходя из другой точки зрения, другим подходом, мы попробуем объяснить со своей точки зрения вполне объективно. Поэтому мне придется здесь сначала просто описать факты, как они были добыты, а затем уже объяснить их, сопоставляя с той деятельностью центральной нервной системы, которая обнаружилась при наших исследованиях. Раньше, как я говорил, по отношению к большим полушариям и их деятельности такого взгляда не было, и физиолог на время в этих вопросах становился психологом. С этим вы сейчас и встретитесь.

Понятно, что самый высший отдел нервной системы представляют собой большие полушария. Началось изучение больших полушарий как на грех с двух ошибочных положений, которые отбили совсем охоту у исследователей заниматься этим предметом. Положения эти вот какие. Казалось, что в больших полушариях нет никаких локализаций, размещений функций. Казалось, что как ни ковыряй, как ни разрушай

большие полушария, а деятельность их все остается. Конечно, это невыгодное положение для исследователя, это неприятно. Один из излюбленных методов физиолога, — разрушая какое-нибудь место мозга, узнавать, какие функции оно исполняет, — здесь, повидимому, не мог быть применим. Другой же метод для достижения той же цели — раздражение определенных мест — тоже ничего не давал, так как при раздражении больших полушарий никакой реакции не отмечали. Так что, физиологи сразу сделали два ошибочных вывода, а именно: с одной стороны, признали, что в полушариях нет никакого размещения функций по отдельным местам, а с другой — что большие полушария не возбудимы обычными внешними раздражителями, например электрическим током. Выходило, что к большим полушариям нет никакого приступа. Поэтому период тридцатых-шестидесятых годов прошлого столетия был совершенно бесплодным для развития физиологии головного мозга. Вот почему такое сильное впечатление произвело исследование, результаты которого были опубликованы в 1870 г. Этот год стоит запомнить, это важный год. В этом году была опубликована в немецком журнале статья двух авторов — Гитцига и Фритча. Эти авторы, несмотря на отрицательные результаты предшественников, попробовали раздражать отдельные участки больших полушарий собаки и добились успеха, всегда получая одинаковые результаты. Гитциг и Фритч начали раздражать полушария мозга впереди крестовидной борозды и позади нее. При раздражении этих мест электрическим током авторы всегда получали точно определенное сокращение определенных мускулов, а именно: они получали или вытягивание, или сгибание, или отведение ног, и т. д. Причем результаты всегда получались одинаковые. Это был для того времени чрезвычайный факт, так как до этой работы поверхность больших полушарий считали недоступной электрическому раздражению. Когда было подробно исследовано это возбудимое место около крестовидной борозды, то оказалось, что оно занимает значительное пространство. На этом пространстве места, от которых можно получить сокращение мышц лицевых, шейных, задней и передней ног, оказались точно распределенными. Притом каждой группе мышц отвечает определенный центр. Этот классический опыт мы вам сейчас и покажем.

Собака отравлена морфием и хлороформом.

Я буду раздражать электрическим током место спереди борозды, позади борозды и под бороздой. Этот выступ называется gyrus sigmoideus. Раздражаю. Подтягивается передняя правая нога. Как видите, это получается всякий раз, как я

раздражаю. Вот вам и установленная невозбудимость больших полушарий от электричества! Вот вам и опыты! Как легко ошибиться! Раздражаю в другом месте: сокращается правая задняя нога. Смотрите, за ней без нового раздражения начала дергаться и правая передняя нога, а затем и все тело собаки. Течет слюна — это очень важный факт, я о нем вам скажу после. Теперь все успокоилось. То, что вы видели, называется эпилептическим припадком, эпилепсией. Вы слышали, — бывает так, что у человека вдруг возникают явления судорожных сокращений, сначала, например, рук, а потом и весь человек начинает судорожно подергиваться и у него изо рта течет слюна. Это — эпилептический припадок, и вот такой же припадок можно вызвать у собаки раздражением больших полушарий. И представьте, потом оказалось, что и у человека эпилепсия часто происходит совершенно так же, как и здесь, т. е. что-нибудь начинает давить на мозг, например опухоль и т. д. Обратите внимание, я раздражаю на левой стороне полушарий, а получаю сокращения на правых ногах.

Итак, мы видели два факта, я их сейчас повторю. Первый факт — при раздражении получается сокращение определенных мускулов и притом на противоположной стороне того участка, который раздражается, а второй — разлитие возбуждения по всему телу, клонические судороги. Можно выискать другие места около этой борозды, тогда вы получите сокращение шейных и лицевых мускулов. Но это для вас неважно. Мы сейчас получим снова эпилепсию. Для этого мы усилим ток. Раздражаю переднюю ногу. Вы видите, что эффект действия продолжается и после раздражения.

Когда желают добраться до мозга, то приходится ломать черепные кости. Так как из костей течет кровь и сосуды нельзя ни зажать, ни перевязать, то для предотвращения кровотечения употребляется очень простой способ — кости замазываются воском. Это очень хороший пример того, что для всякой трудной задачи можно найти простое решение.

Я опять раздражаю место задней ноги и вызываю эпилепсию. Вот уже раздражение пошло на спину, потом на переднюю лапу и на морду. Значит, происходит разлитие, иррадиация раздражения из одного пункта. Было бы грехом, если бы вы этот опыт позабыли. Возбуждение стихло. Полной эпилепсии мы не получили. Это оттого, что собака очень сильно отравлена. Мы возьмем сейчас очень сильный ток. Вот картина полной эпилепсии. Я повторяю сейчас еще. Вы видите, что сначала припадок бывает однобокий, раздражение разливается только на одной стороне, а потом переходит и на другую.

Итак, вы видели сейчас опыт Гитцига и Фритча. Этими фактами были разрушены старые предрассудки, что в коре больших полушарий нет никаких локализаций и что большие полушария невозбудимы. На ваших глазах было опровергнуто и то и другое. Видите, как легко ошибиться. Ведь факт очень простой. Мы вскрыли череп и приложили электроды, больше мы ничего не делали. А между тем целых полстолетия существовало мнение, что нет никакого местного размещения функций по частям больших полушарий.

Я люблю делать практические выводы. Вот до какой степени надо быть терпимым к критике. Сколько лет талантливейшие физиологи думали, что ничего нет, и вдруг оказалось, что есть, что истина не на их стороне. Но это еще одна половина опыта. Другая половина будет ответом на вопрос, что будет, если эти места больших полушарий удалить. Факты дали вполне определенный ответ. Если удалить место, из которого исходит, например, сокращение задней ноги, то получается совершенно отчетливое нарушение функций этой ноги. Но нога не делается совершенно парализованной, а только не исполняет теперь своих функций так, как она исполняла их раньше. Собака, если у нее удалить это место, может произвести сокращение всех мышц, но ногой она будет плохо владеть.

Если вы заставите такую собаку итти по совершенно гладкому полу, то нога у нее будет соскальзывать, подворачиваться, принимать самые неподходящие положения, например вдруг подвернется тылом. На других ногах вы такого положения и нарочно не вызовете, а эта нога, если поставить ее на тыльную поверхность, останется в таком положении 10—20 минут. Итак, вы здесь имеете нарушение тонкости работы этой ноги при сохранении ее работоспособности вообще. В деятельности других конечностей при удалении соответствующих центров наблюдается то же самое.

Таким образом факт локализации был доказан двумя способами: и через раздражение коры полушарий и через удаление их частей, т. е. обычным методом физиологов. Это было сделано Гитцигом и Фритчем.

Как я вам уже сказал, эти опыты произвели чрезвычайное впечатление. Масса физиологов устремилась на исследование больших полушарий в том же направлении. Американские физиологи умудрились производить опыты даже на людях, у которых во время болезней или проломов черепа обнажался мозг. За это они по заслугам поплатились судом общественного мнения. Ну, а потом делались опыты на больных и уже в пользу больных. Недавно один американский хирург решил такую

задачу. Имелся пациент, у которого были насильственные судороги в правой руке. Пациент желал от этого освободиться и обратился к врачу. Хирург взялся ему помочь, опираясь на физиологические данные, что в мозгу имеются определенные пункты, заведующие движениями каждого мускула. Ему было необходимо посредством электрических раздражений выискать то место полушарий, от которого исходили судороги руки. Здесь хирург совпал с физиологом. Он производил исследование центров больших полушарий при помощи раздражения, и это надо было делать в интересах лечения по просьбе больного.

Особенно много опытов было сделано на обезьянах, причем хотели насколько возможно детальнее изучить вопрос о работе больших полушарий. И вот на обезьянах было установлено, что чем выше стоит животное на зоологической лестнице, тем больше места занимает эта так называемая двигательная область полушарий, тем больше разделены эти центры. У обезьян имеется масса отдельных, строго определенных точек, от которых получается сокращение строго определенных мышц. То, что у собаки грубо представлено 4—5 пунктами, у обезьяны распределено на много десятков мест, на отдельные пункты для отдельных родов мускулатуры тела.

Раз таким образом в физиологии больших полушарий была сделана первая счастливая и удачная брешь, то физиологи опять взялись за этот предмет и в ближайшие после этого пять-шесть лет были сделаны и другие открытия. Именно, Ферьер и Мунк показали, что от других частей мозга можно получить такие же осязательные эффекты, но в другом роде. Те части, которые были исследованы Гитцигом и Фритчем на собаках, у человека находятся в центральных долях по бокам от роландовой борозды. Так вот, Ферьер и Мунк показали, что другие части полушарий имеют другие функции и что они в норме не возбудимы электричеством. Но вот что получается, если вы их удалите. Оказалось, что если удалить у собаки или у обезьяны затылочные доли, то получится нарушение функций глаза. Животное перестает так хорошо сноситься с окружающим миром через глаза, как оно сносилось раньше, причем имеется род градиентов потери ориентировки, до полной слепоты. Если вы разрушаете височную часть, то отмечаются разные нарушения слуха до полной глухоты включительно.



Лекция пятая

ДЕМОНСТРАЦИЯ И ИЗУЧЕНИЕ СОБАКИ С УДАЛЕННЫМИ ЗАТЫЛОЧНЫМИ И ВИСОЧНЫМИ ДОЛЯМИ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ. — ДЕМОНСТРАЦИЯ СОБАКИ БЕЗ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ. — ДЕМОНСТРАЦИЯ СОБАКИ БЕЗ ПЕРЕДНИХ ЧАСТЕЙ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ

Я вам вчера сказал и показал, что с семидесятых годов прошлого столетия физиология больших полушарий вступила в новую фазу плодотворного и целесообразного исследования. Вы видели опыты Гитцига и Фритча. Те места, которые мы раздражали, находятся у собаки в передних частях лобной доли, а у человека посредине, около роландовой борозды. Таким образом относительно этих мест было доказано, что они возбудимы электричеством и выполняют определенные функции. А вскоре, как я сказал, Ферьер и Мунк показали, что другие места больших полушарий имеют отношение к другим функциям. Так, височная и затылочная доли заведуют важнейшими из органов чувств — слухом и зрением, и удаление этих частей ведет к расстройству слуха и зрения. Причем расстройства бывают разной силы — от незначительных уклонений до полной потери функции глаза или уха. Эти данные я вам сейчас и покажу.

У этой собаки вырезана затылочная доля и большая часть височной. Эта собака живет в лаборатории уже три-четыре года. Называется она Руслан, но теперь эта кличка на нее не действует. Руслан! Руслан! Никакого внимания. Тем не менее собака, как собака. Раньше она на зов «Руслан» побежала бы ко мне, а теперь нет. Это одно положение. Кроме того, вы могли заметить, что, когда она шла мимо стола, она толкнулась о ножку. Это другое положение. В остальном она вполне хорошая собака, ластится, виляет хвостиком. Я ей показываю кусок хлеба — она его не видит, но носом поводит. Теперь я

бросаю кусок хлеба на пол. Видите, она проходит мимо хлеба, но она носом чует, что хлеб близко. Вот она его нашла, понюхала, но есть не стала, очевидно, у нее нет аппетита. Теперь я брошу ей мяса. Она его не видит, но обонянием найдет. Нашла. Я ставлю чашку с мясом на пол. Собака ходит около чашки, но чашки не видит. Вот зацепила чашку ногой и тогда догадалась, что мясо здесь. Вы видите, что она при помощи глазных раздражений совершенно не ориентируется в пространстве.

Вы знаете, что от передних долей полушарий путем раздражения можно получить определенные сокращения мускулов. А теперь вы видите, что задние отделы больших полушарий находятся в связи с функциями глаза и уха. Собака с удаленными затылочной и височной долями не ориентируется в пространстве глазом и ухом и сносится с внешним миром при помощи кожи и носа.

Таково положение, которое получилось спустя какие-нибудь три-четыре года после опубликования работ Гитцига и Фритча. Тогда эти факты склонны были толковать чисто психологически. Факты, которые вы видели вчера, стали объяснять так, что сокращение мышц происходит от раздражения психомоторных центров. И эти точки мозга, с которых можно было получить сокращение определенных мышц, были названы психомоторными пунктами, причем физиологи считали, что они нашли теперь те пункты, где воля как-то прикладывает свое действие к мозгу. Затем, конечно, действительность протрезвила физиологов, и теперь эти места называют уже не психомоторными, а просто двигательными областями.

Задние же части, о которых имелись указания, что с удалением их нарушаются органы чувств — зрение, слух — и животное хотя, быть может, и слышит и видит, но как бы не пользуется этими органами психологически, были названы психосензорными центрами. А теперь точно так же и эти названия редко употребляются.

Значит, вот вам суть дела, факты, а вот «этикетки», которые были прилеплены к этим фактам.

Но странным образом, несмотря на то, что дело началось, можно сказать, очень хорошо и счастливо, что многие физиологи принялись за исследования в этом направлении и ими были собраны многочисленные факты, тем не менее дело дальше не пошло. Физиологи кружились около одних и тех же фактов. Конечно, появилась масса сведений о различных центрах, но по существу дело дальше не двинулось. Центр и центр, больше ничего к этому не прибавили и глубже в предмет не

вникли. Точно так же ничего не прибавили и к тому положению, что после удаления затылочной и височной долей животное перестает нормально пользоваться органами зрения и слуха.

В чем же причина этого? Я, со своей стороны, скажу, что произошло это потому, что физиологи к этому собранному материалу не выработали в себе плодотворного научного отношения. К несчастью, они налепили на факты психологические «этикетки», психологические понятия и думали орудовать ими с психологической точки зрения. А я вам уже показал, что́ это за понятия, которые не удовлетворяют даже самих психологов. Поэтому следует сказать, что причина отсутствия дальнейших успехов заключалась в том, что предмет не рассматривался с внешней, объективной стороны. Таково мое глубокое убеждение. Ведь если у вас понятия заранее предопределены, заимствованы без всякой проверки из другой науки, то чего же можно ждать?

Теперь я вам постараюсь показать, до какой степени вопрос расширяется, если вы отказываетесь от психологических понятий и обращаетесь к понятиям естественно-научным. Я начну с демонстрации собаки, у которой удалены большие полушария. Впервые такая операция была сделана физиологом Гольцем в восьмидесятых годах. Правда, сам Гольц объяснял результаты опыта с этой собакой психологически. Мы убедимся сейчас в бесплодности таких объяснений и здесь же познакомимся с объяснениями тех же фактов с другой точки зрения. Собаку без больших полушарий приготовить довольно трудно. Особенно трудно было сделать это раньше, и Гольц много лет трудился, прежде чем получил такую собаку, несмотря на то, что он был прекрасным оператором.

У нас есть две таких собаки. Вот одна из них, она оперирована больше месяца тому назад. Я покажу вам и другую нашу собаку, которая живет уже 5—6 месяцев. Собака Гольца жила полтора года, и он ее убил сам, когда она стала ему не нужна. Собака д-ра Зеленого жила столько же времени. Вы понимаете, что раз собака без полушарий живет так долго, значит, она располагает огромной массой деятельности, необходимой для существования.

Наша собака получает пищу через дыру в желудке, ей вкладывают пищу, и она ее переваривает. Питается эта собака хорошо и вполне поддерживает свой вес, так что по внешнему виду ее не отличить от нормальной. Дышит эта собака правильно, испражняется правильно, температуру она поддерживает нормальную. Следовательно, масса внутренних функций у нее на надлежащей высоте, и что касается внутренних отношений,

то, очевидно, большие полушария здесь совершенно не нужны, собака может обойтись и без них.

Теперь мы ее спустим на пол. Видите, она держится не особенно ровно, но все-таки держится и даже может ходить, хотя ноги у нее при этом расходятся. Это — постоянное явление. Такие собаки плохо ходят по гладкому полу, но по земле они ходят очень хорошо. Могут даже взбираться на маленькие горки. По земле она бы ходила и на трех ногах, как это было с гольцевской собакой.

Теперь смотрите. Я нарочно начинаю с этой недавно оперированной собаки, чтобы показать, что вскоре после операции положение собаки много хуже. А завтра вы увидите собаку, которая выглядит значительно лучше. Я щиплю эту собаку и довольно сильно, но она почти не отвечает на мои раздражения. У этой собаки нет и реакции на звуки. Я хлопаю в ладоши, и собака на это не реагирует. У той собаки реакция на звук уже есть. У гольцевской собаки тоже была. Конечно, это вполне понятно, операция здесь тяжелая, животное теряет много крови. Поэтому наблюдать собаку нужно много времени спустя после операции, чтобы все успело войти в норму. Посмотрим, есть ли у нее реакция с глаза. Да, реакция с глаза уже есть: зрачки сужаются при поднесении лампы. У другой собаки есть реакция и на звуки: она дергает ухом. Затем, если та собака спит, то ее можно разбудить. На свет она закрывает глаза, двигает веком. Затем, на кожные раздражения она дает очень резкую реакцию. К той собаке не очень-то и притронешься; она пытается укусить, но это ей не удается, она не попадает зубами в нужном направлении. Ту собаку можно и разбудить кожными раздражениями. Как видите, у собаки через значительное время после операции не только осуществляются растительные функции, но она отвечает даже и на внешние раздражения. Следовательно, для того чтобы животное жило, большие полушария не нужны. Так надо признать, исходя из того факта, что собака без полушарий живет больше полутора лет.

Теперь зададим себе вопрос: а что же собака потеряла, чего у ней нет по сравнению с нормальной собакой? А потеряла она страшно много. И вот об этой потере склонны были говорить, что животное стало «идиотом», что оно «поглупело», стало «неинтеллигентным». Но в таком случае сначала надо сказать, что такое «умный», «интеллигентный», т. е. стать на психологическую точку зрения. Мы по этой дороге не пойдем, а ответим по-другому. Итак, в чем же разница между собакой без полушарий и собакой здоровой?

Если вы будете наблюдать собаку без полушарий, то увидите, что она глубокий инвалид по отношению к окружающей обстановке. Она может жить, и в полном здоровье, но только в том случае, если вы массу ее функций примете на себя. Если вы такую собаку пустите на улицу, то она не просуществует и часа, ее задавит первый извозчик. Если вы ее поместите в изолированное помещение, то она одна помрет от голода, хотя бы вы ее окружили горами мяса. Итак, разница между такой собакой и здоровой огромная. Как же формулировать эту разницу?

Надо сказать, что у такой собаки остались неповрежденными растительные функции, пищеварение, дыхание и т. д., но зато у нее чрезвычайно нарушена способность сноситься с окружающим миром. Собака эта лишена всех нормальных отношений с внешним миром, она не может избежать ни одного опасного внешнего явления. Она легко может быть задавлена, может сгореть в огне. На окружающие явления она не обнаруживает ни одной реакции, не может сама найти еды. Значит, у нее пострадала, исчезла способность сложно реагировать на внешний мир, и если вы не поможете ей, то она жить не сможет.

Вот главная характеристика животного, которое лишено больших полушарий. Из этой характеристики следует, что большие полушария есть орган специально для внешних отношений, для установления отношений животного к внешнему миру, причем отношений более сложных и тонких. Простые отношения к внешним явлениям, как вы видели, у животного сохранились, так, например, зрачок его сужается от света. Но это очень элементарные отношения, на них далеко не уедешь. Все же тончайшие отношения, которыми поддерживается жизнь животного во внешней среде, исчезли.

Если вы вдумаетесь в это, то вам сейчас же бросится черта, которая характеризует эти потерянные отношения к внешнему миру. Это все такие отношения, которые были выучены, приобретены в течение индивидуальной жизни. Те же отношения, которые не приобретаются, а с которыми животное рождено, те остались. Это ясно. Так вот, если вы дошли до этого пункта, то вы легко перейдете на те понятия, которые я развивал вам на прошлой неделе.

Как понимать эту собаку без полушарий с точки зрения объективной, естественно-научной? Очевидно, это животное удержало все простые, безусловные рефлексы и потеряло все условные рефлексы. Если вы этой собаке вложите в рот пищу, то у нее слюна потечет, как и у нормальных собак. Если вы

ее будете раздражать разными звуками, запахами, на которые у нее раньше выделялась слюна, то теперь не вытечет ни одной капли. Значит, все прирожденные, простые рефлексы у этой собаки остались, а все выученные, условные рефлексы исчезли. Стало быть, с нашей точки зрения надо сказать, что большие полушария есть орган условных рефлексов, временных связей, образующихся в течение индивидуальной жизни реакций. Вот почему такое животное, будучи выпущено во внешний мир, является как будто только что рожденным и с той еще разницей, что новорожденное животное может приобрести временные связи, а для этой собаки такой возможности уже не существует.

Такова, с объективной точки зрения, характеристика собаки без больших полушарий и таков строго научный вывод относительно функций больших полушарий. Это есть орган условных рефлексов.

У этой собаки удалены только большие полушария, corpus striatum, thalami optici оставлены.

Меня спрашивают: не условный ли рефлекс ходьба?

Ходьба, конечно, действие, рассчитанное на известное соотношение с внешним миром. Но если вы возьмете ряд животных, то увидите, что эта деятельность исполняется двумя системами — и при помощи безусловных рефлексов и при помощи условных. Причем здесь можно наблюдать постепенный переход, смену безусловных рефлексов условными. У низших животных ходьба основана целиком на безусловных рефлексах и начинается сейчас же после рождения без всякой выучки. Но чем выше животное, тем больше в эту локомоторную деятельность вмешиваются временные рефлексы. И эти условные рефлексы до некоторой степени заменяют собой прежние безусловные. Из этого выходит, что у высших животных уже необходима выучка ходьбе. Завтра я вам это покажу.

Итак, исследования собак без больших полушарий приводят к заключению, что большие полушария есть орган условных рефлексов. Собака Гольца и собака д-ра Зеленого жили около полутора лет, но эти собаки за время своего существования после операции ничему не научились. Они остались совершенно чужими, беспомощными в окружающей среде. Делались специальные опыты, чтобы исследовать, может ли такая собака образовать временные связи с внешним миром, и результаты получились отрицательные. Д-р Зеленый хотел образовать условный рефлекс на тон, но никогда не получил на тон даже двигательной реакции, не говоря уже о слюне. Из дальнейшего вы увидите, что подобные исследования можно

вести и в других направлениях и получить много ценных фактов. Это прекрасный пример того, как расширяет горизонты трезвый, естественно-научный взгляд на предмет. Ведь вы помните, что психологическая точка зрения уперлась в тупик и физиологи-психологи ничего не могли прибавить к словам, что эта собака «поглупела», потеряла всю науку жизни.

До какой степени при субъективном отношении к фактам все переходит в пустые разговоры, доказывают рассказы Гольца о своей собаке. Почему-то его заняла мысль о том, что́ его собака чувствует, что́ имеет внутри себя. И ему никак не хотелось остановиться на мысли, что собака его — автомат. Ему хотелось доказать, что эта собака может и радоваться и думать, как и нормальная. Он приводил в пользу этого некоторые доводы и в конце концов кончил ссылкой на авторитет служителя. Служитель, видите ли, относится к этой собаке, как и к нормальной, значит, он признавал за ней некоторый ум, чувства и т. д. Нечего сказать, хороша научная мысль, хорош авторитет профессора, если он доказывает свои положения отношением к ним служителей.

Теперь я перейду к более детальному разбору функций больших полушарий. Начну я с функций более простых, для чего придется обратиться опять к Руслану. Что́ он представляет собой при детальном исследовании? Несомненно, что он урезанное, ограниченное существо в отношении пользования глазом и ухом. Какие же можно поставить здесь вопросы и как вести исследование, чтобы вникнуть глубже в суть факта? Конечно, прежде всего надо точно определить, что́ животное потеряло в результате операции, чего у него нет из нормальных отношений? Я вам уже сказал, что при суждении о сложной нервной деятельности с объективной стороны мы можем руководствоваться двумя понятиями: понятием об условном рефлексе и понятием об анализаторе, который разлагает явления внешнего мира на отдельные элементы. Следовательно, я должен сказать, что у Руслана повреждены ушной и глазной анализаторы. Предо мной теперь задача — определить, в какой степени повреждены эти анализаторы?

Руслан не отвечает на кличку. Что это такое? В первое время сказали бы, что собака не понимает своей клички, но что же говорит выражение «не понимает»? Это — пустое слово, ничего не объясняющее. При объективном отношении дело обстоит иначе. Я знаю, что ухом различаются звуки, тоны, шумы и их последовательность. Поэтому я не буду говорить о том, много понимает собака или мало, а прямо перейду к исследованию того, какие стороны деятельности уха у собаки

остались, какие она утратила. И оказывается вот что. Это очень интересный опыт, но его, к сожалению, трудно показать, он очень сложный. Собака Руслан отлично раздражается тонами, так что из тона у нее чрезвычайно легко сделать условный рефлекс. По известному тону она будет чавкать, поворачиваться к вам и выделять слюну. Значит, с этой стороны она «понимает», если стоять на психологическом представлении.

Дальше, эта собака отличает один тон от другого. На один тон она даст вам реакцию слюноотделения, на другой не даст. Эта способность у нее сохранилась. Но есть вещи, которые она потеряла. У нормальной собаки можно легко дифференцировать условный раздражитель, отличающийся не звуками и тонами, а последовательностью, порядком звуков, т. е. вы можете у нормальной собаки образовать условный рефлекс на тоны до, ре, ми, фа и она будет выделять слюну; но если вы эти же тоны возьмете в обратном порядке: фа, ми, ре, до, то слюна не потечет. У Руслана же такого рефлекса создать нельзя. Отдельные звуки он различает, а восходящих тонов от нисходящих он не отличает, значит, его анализатор испортился и не способен на это отличение.

Вы, таким образом, видите совершенно осязательный внешний факт. Вы видите повреждение анализатора — некоторую деятельность он исполняет, известный анализ он производит, а другого произвести не может. Вы имеете перед собой прибор, который разлагает звуковые волны на волны разной длины, анализирует известную последовательность звуков и т. д. И вот этот прибор оказался испорченным и некоторых определенных случаев анализа проделать не может. Теперь вы поймете и то, почему собака не реагирует на кличку «Руслан». Здесь звуки расположены в известном порядке и надо проанализировать этот порядок, а собака этого сделать не может. Дело, значит, не в том, что собака стала мало понятлива. Дело надо представить себе с чисто внешней стороны. У собаки испорчен анализатор. И перед вами стоит огромная, совершенно деловая задача — изучить детальнейшим образом всю работу анализатора и затем от этой работы перейти к представлению о самом механизме этого анализатора. Совершенно научная задача, и никаких слов «понимает», «не понимает» не нужно.

То же самое надо проделать и относительно других анализаторов. Я берусь наперед сказать, основываясь на данных, добытых на других собаках, что у Руслана больше, серьезнее поврежден глазной анализатор по сравнению с ушным. Он не может отличать ни формы предметов, ни комбинации теней, но можно с уверенностью сказать, что он может отличать

свет от тьмы, и на это можно образовать условный рефлекс. Такие опыты были. Можно даже образовать условный рефлекс на колебания в интенсивности света.

Вопрос, следовательно, распадается на бесконечный ряд вопросов, на изучение по деталям устройства анализаторов: из каких частей они состоят, в какой связи между собой находятся эти части. Так что относительно ушного и глазного анализаторов мне дело представляется ясным. Ни малейшего психологического понятия здесь не нужно, так как эти понятия лишь ведут к противоречиям. Раньше говорили: собака слышит, но не понимает. Но позвольте! Что такое значит «понимает»? Разве это точный научный термин, который помогает изучать предмет? Почему же эта собака слышит и понимает отдельные тоны и не понимает порядка тонов? Куда девалось ее понимание? Как видите, психологическая точка зрения ничего не объясняет. И лишь с объективной точки зрения становится все понятно. У собаки поврежден анализаторный прибор, и он не исполняет всех тех функций, какие исполнял раньше. В остальном собака нормальна. Теперь я покажу вам другую собаку, у которой повреждены передние части полушарий.

Собака стоит не двигаясь, как будто ноги ее приклеены к полу. Она может так стоять, не шевелясь, 10—15 и больше минут. Это первый странный факт. Я ее погладил — она рычит. Я ее гладил уже не одну сотню раз, никакого зла я ей никогда не делал, а она всегда, когда я ее глажу, отвечает рычанием, лаем. Она оперирована уже давно, и эта реакция на прикосновение у нее бывает всегда. Для того чтобы ее было безопасно изучать, у нее вырваны все зубы.

Как же понимать подобные реакции у этой собаки? Что у нее нарушено? У собаки из больших полушарий вырезаны куски в двигательной области, и вот с того времени она стала такой. Бросаются в глаза два симптома: если собаку поставить, она будет стоять десять и больше минут на одном месте; если ее погладить, она обнаруживает эти злобные выходки. Странное, исковерканное животное! Вместе с тем этот пес, — носит он название «Резвый», — на ваших глазах окажется приспособленным к внешнему миру. Мы сейчас дадим звонок. Резвый двигает носом, ищет, нюхает. Это пищевой условный рефлекс на звонок. Так что если вы эту собаку поставите на станок, то каждый раз на звук звонка она будет двигаться и выделять слюну. Значит, у нее есть условный рефлекс.

Как видите, эта собака значительно превосходит собаку без больших полушарий. У той нельзя было получить условного рефлекса. Но все-таки и эта собака не совсем нормальна. В чем

же дело? Как я уже сказал, у этой собаки повреждена часть больших полушарий в той области, которая раньше называлась психомоторной, т. е. в двигательной области. Как же из повреждения этой части больших полушарий вывести те ненормальные отношения, которые имеются у этой собаки? Здесь можно провести аналогию между этой собакой и собакой с удаленными задними частями полушарий. У Руслана, как я говорил, повреждены ушной и глазной анализаторы. Я могу теперь мотивировать и доказывать, что в передних долях полушарий точно так же имеются анализаторы, но другие, и вот они-то и повреждены у Резвого. Какие же это анализаторы? Прежде всего, конечно, очень важный кожный анализатор. Ведь кожей мы постоянно анализируем пространство. И я могу себе представить, что повреждение кожного анализатора и есть причина такого странного поведения собаки. У нормальной собаки кожные раздражения входят во временные связи, с них образуются условные рефлексы. Например, если я собаку глажу, а это сопровождается чем-то выгодным для нее, то она начинает на поглаживание отвечать благожелательно, она вертит хвостом, ласкается и т. д. Все это условные рефлексы.

У этой же собаки без передних долей условные рефлексы с кожных раздражений образоваться уже не могут, так как у нее поврежден кожный анализатор. Вместо тонких и приспособленных временных связей, у нее от кожных раздражений остались только первобытные, простые рефлексы на раздражение от прикосновения. Самые низшие животные, когда вы их раздражаете, поворачиваются и устраняют или захватывают раздражающий предмет. Вот и у Резвого вместо сложных условных рефлексов остались только первобытные, простые рефлексы. Ему ничего дурного не делают, его кормят, но стоит до него дотронуться, как он огрызается и старается устранить причину раздражения.

Точно так же можно понять и то, почему эта собака так долго стоит на одном месте. Как я вам сказал, чем больше развито животное, тем более у него факт передвижения в пространстве зависит от временных связей. А так как у подобной собаки разрушен кожный анализатор, то надо думать, что у нее нет тех раздражений для подошвы, которые у нормальной собаки играют значение при ходьбе.

Так можно толковать эти странные симптомы: стояние собаки на месте и постоянную оборонительную реакцию на прикосновение. Такое толкование вполне закономерно и целесообразно. Всякая другая точка зрения поведет к противоречиям. Ведь попробуйте толковать действия Резвого психоло-

гически. Почему это он на ухо и на глаз «умница», а на кожу «дурак»? При моем же объяснении все ясно. У Руслана мы имели повреждение ушного и глазного анализаторов. У Резвого же наоборот: ушной и глазной анализаторы в порядке, с них можно получить условные рефлексы, но испорчен кожный анализатор. И поэтому реакции с кожи у него странные, искаженные.

Мы рассмотрели несколько случаев повреждения анализаторов. Как видите, все изучение больших полушарий можно свести к исследованию детальной деятельности отдельных анализаторов, чтобы сделать выводы относительно их конструкции и установить законы их деятельности. Задача вполне определенная и с огромным будущим. Извольте все это проделать.

Меня спрашивают, почему собака без больших полушарий не рычала? Ведь и у нее поврежден кожный анализатор. Я должен сказать, что рычит и собака без полушарий, но только тогда, когда оправится хорошо после операции.

Вот другая собака. Ходит она, как видите, правильно. Но стоит ей почесать себя, как она падает или принимает самую невероятную позу. Вот она чешется. Какая смешная поза! Ноги расходятся, голову сует куда-то без толку! Я вам демонстрирую эту собаку, названную «Новый», чтобы показать, до какой степени она не может координировать свои движения.

Вы видели собаку без больших полушарий. Она тоже плохо ходила, ноги у нее расходились. Но то не диво, та собака только месяц тому назад оперирована. А ведь эта собака после операции живет уже два года, так что надо считать, что у нее все поправилось и зажило.

Вот собака залезла под кресло. Посмотрим, как она справится с новой задачей. Собака хочет вылезть, но она наткнулась на ножку кресла и никак не может выйти из затруднения. Оступается несколько раз, падает и начинает чесаться, причем после двух удачных движений ноги ее соскальзывают и она без толку бьет ими по полу. Вы видите, что сколько-нибудь сложных движений она проделать не в состоянии. У нее нормальна только ходьба без препятствий. Завтра мы продолжим опыт.



Лекция шестая

ДЕМОНСТРАЦИЯ СОБАКИ БЕЗ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ. — ДЕМОНСТРАЦИЯ СОБАКИ БЕЗ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ. — ОБЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ. — УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ ДВИГАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА. — ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Я коротенько напомню то, что прошло перед вами вчера. Я кончил демонстрацией старых фактов, которые были получены впервые в восьмидесятых годах. Вы видели Руслана, у которого имеются нарушения деятельности глаза и уха, видели и других собак. Я сказал вам, что странно, почему так хорошо начавшаяся работа по изучению физиологии центральной нервной системы вдруг как бы оборвалась. Причину этого я видел в том, что факты рассматривались с субъективной, психологической стороны, а не с естественно-научной, как следовало бы для успеха дела. Поэтому я решил изложить вам весь материал с точки зрения объективной и начал это с демонстрации собаки без больших полушарий. Вы могли убедиться, что самое характерное в этой собаке то, что ее отношение к внешнему миру резко изменилось, в то время как внутренняя деятельность осталась на надлежащей высоте. Характеризуя это изменение отношений животного к внешнему миру, я указал, что простейшие рефлексы у него остались, а исчезли все временные, сложные, условные рефлексы. Собака утратила все то, что она приобрела в течение своего индивидуального существования. После такой характеристики надо было сказать, что большие полушария есть орган преимущественно для внешних отношений организма, орган для временных, условных рефлексов.

Затем я перешел к другим фактам, указав на плодотворность объективной точки зрения, исключающей споры и давшей богатые результаты. Я остановился на Руслане. Для того

чтобы понять его, я вам напомнил, что в отношении животного к внешнему миру надо различать два рода механизмов — механизм условных связей и механизм анализаторов. Применяя эти понятия к оценке поведения Руслана, у которого удалены задние части полушарий, мы нашли, что у него повреждены глазной и ушной анализаторы, которые не могут производить теперь такого тонкого и полного анализа, как это делают анализаторы нормальной собаки.

Потом я вам показал Резвого, у которого были нарушены передние части полушарий. У него были два странных симптома: он не мог сдвинуться с места и на всякое прикосновение отвечал нападающей реакцией. Мы это объяснили нарушением целости кожного анализатора На ушные же раздражения Резвый реагировал совершенно правильно.

Затем я перешел к новой собаке, демонстрацией которой и закончилась вчерашняя лекция. Сегодня я буду продолжать это, но сначала вернусь назад и покажу вам другую собаку без больших полушарий, которая за пять месяцев вполне оправилась после операции и у которой уже обнаружились такие действия, каких у первой нельзя было видеть.

У этой собаки есть реакция на звук свистка: у нее вздрагивают уши. По гладкому полу она, как и первая, ходит плохо. В смысле питания она выглядит лучше первой, перед вами упитанная, сильная собака. Очевидно, внутренние функции у нее не нарушены, все идет правильно. Что она потеряла, так это нормальные отношения к внешнему миру. Эта собака по сравнению с вчерашней представляет ту особенность, что она уже может сама есть, но только тогда, когда рот прикоснется к пище. До этого она не станет есть, несмотря на то, что пища — чашка с молоком — стоит прямо перед ней. Сунем ее морду в чашку с молоком. Видите, она уже лакает, рефлекс уже возбудился.

Теперь, как понимать этот факт, так ли, что собака возвращает себе механику еды, так ли, что это есть результат восстановления функций низшего мозга после операции, или же это есть наука, приобретение того, чего сразу после операции не было? Не исключается и последняя возможность, это только мы так строги в классификации явлений, а в природе могут быть и исключения. И, быть может, в низшем мозгу есть функции, подобные функциям больших полушарий. Это, конечно, допустимо вообще, но нет надобности пока этого принимать, раз можно факты понять так, что в данном случае все произошло потому, что низший мозг оправился после операции.

Ну так вот, мне и нужно было показать, что эта собака уже лакает, а в другое время, в лаборатории, можно видеть,

что она способна забирать даже твердые куски мяса, раз они попадут ей в рот. Эта собака огрызается сплошь и рядом. Подобная реакция была описана и у гольцевской собаки. Гольц говорит, что собака его всегда норовила укусить, когда к ней прикасались и когда брали ее из клетки.

Теперь перейдем к другой демонстрации. Вот собака Новый, которую мы не успели осмотреть в конце прошлой лекции.

У нее обращают внимание два обстоятельства. Во-первых, когда она встречается с препятствиями, то она никак не может с ними сладить. Вы видите, что она делает бестолковые движения и вперед, и назад, и вправо, и влево, но не может освободиться от препятствия, с которым встретилась. Такие собаки иногда часами простаивают около ножки стола и не могут ее обойти. Это одно. Второе то, что, когда этой собаке надо проделать какое-нибудь сложное движение, например почесаться, то она не справляется с этой задачей и кончает большей частью тем, что валится или назад, или через голову.

Очевидно, у этой собаки имеется нарушение в деятельности скелетных мышц. Она не способна систематизировать, координировать более или менее сложные движения.

Таковы эти два ненормальных уродливых явления: неспособность одолеть самые простые препятствия и неспособность к координации сложных движений. Но наряду с этим у собаки есть настоящие условные рефлексы. Запах камфоры обыкновенно индифферентен для собаки, но из него можно сделать условный раздражитель. Так мы и сделали на этой собаке. Вот камфора. Собака начинает нюхать и лизать пол, стучит зубами, падает и очень смешно барахтается на полу, проделывая пастью захватывающие пищу движения. Ну вот, смотрите. . . Перед вами настоящий условный рефлекс.

Будем анализировать состояние этой собаки. Симптомы, характеризующие эту собаку, частью понимаются из нарушения у нее кожного анализатора, что могло произойти, так как у нее вырезаны передние доли больших полушарий. Так надо объяснить тот факт, что она не может справиться с препятствиями, не может обойти ножки стола. Очевидно, у нее нет таких сигналов, которые могли бы вызвать соответственное сокращение мускулатуры. Значит, это может быть отнесено на счет отсутствия у собаки кожных рефлексов, временных кожных сигналов.

Для того же, чтобы объяснить другой симптом, то, что она не может проделать сложного движения, я должен несколько уклониться в сторону.

Есть болезнь спинная сухотка, которая выражается в том, что у человека получается такая же беспорядочность и неловкость в движениях, как и у этой собаки. Такие люди не могут ходить по гладкому полу. Если больной спинной сухоткой идет, то он или слишком высоко поднимает ноги, или сильно ударяет ногами об пол. У него нарушена нормальная согласованность деятельности мышц, причем нарушение доходит до того, что больной совсем не в состоянии ходить. Нормальная мышечная деятельность тонко регулируется раздражениями, идущими от самого двигательного аппарата, а именно: во время движения сухожилия то натягиваются, то ослабляются, сочленовые поверхности соприкасаются, скользят одна по другой, суставные сумки то растягиваются, то ослабляются. И так как в этих частях, в сухожилиях, суставах и т. д., оканчиваются центростремительные сигнальные нервы, которые в каждый момент посылают раздражения в центральную нервную систему, то благодаря этому сигнализируется каждый момент движения и все движение в целом регулируется и направляется. Так что для точной мышечной работы необходимы постоянные сигнальные раздражения от самого двигательного аппарата. Без этих сигнальных рефлексов движение не может быть выполнено, потому что оно в каждый момент не регулируется. Человек в таком случае может сказать про себя, что он не чувствует в каждый момент своих движений и потому не может ими управлять.

Понятное дело, что чем более сложные движения должны быть выполнены, тем и этот регулирующий аппарат должен быть сложнее. И в деятельность его входят, конечно, не только простые рефлексы, но и условные. У нас с вами эти условные рефлексы должны быть чрезвычайно сложны, потому что мы можем производить очень сложные движения. Возьмите пианиста, вся его механическая выучка, все его движения основаны на бесконечном числе временных, условных рефлексов, происходящих от двигательного аппарата рук и пальцев. Нужно признать, что совершенно так же, как известными отделами больших полушарий анализируются группы внешних явлений, например звуки, свет, цвета, точно так же в центральной нервной системе имеются такие участки мозга, которыми возможно тонко дробится и анализируется двигательный акт. Благодаря этому и возможны все разнообразнейшие вариации мускульных движений, которые мы наблюдаем у людей и у животных. Следовательно, мы должны допустить в больших полушариях, кроме глазного, ушного, кожного анализаторов, существование еще особого анализатора — двигательного, в который

от двигательных аппаратов идут воспринимающие, центростремительные нервы, сигнализирующие каждый момент движения. Такой двигательный анализатор, очевидно, находится в передних долях полушарий, где мы имеем, таким образом, два анализатора: один для внешнего мира — кожный, а другой — для внутренних явлений, относящийся к двигательному акту.

Так вот, у этих собак — Резвого и Нового — вы имеете нарушения движений, следовательно у них испорчен двигательный анализатор.

Как видите, все разнообразные нарушения у тех собак, которых я вам продемонстрировал, могут быть поняты как результат повреждения анализаторов. Анализаторы могут воспринимать раздражения с внешних поверхностей, как, например, глазной, ушной и кожный, или же воспринимать внутренние раздражения, как это имеется у двигательного анализатора. Что же касается того, куда, в какие отделы центральной нервной системы посылают раздражения носовые и ротовые нервы, то это до сих пор еще не установлено.

Нам остается решить еще один вопрос: как понимать деятельность больших полушарий в целом? Как соединить факты, что при разрушении отдельных мест мозга получаются известные расстройства, с тем фактом, которым я начал физиологию больших полушарий, что при раздражении определенных мест полушарий получаются движения определенных мускулов? Каким образом могут происходить эти движения? Почему они могут быть вызваны? Я вам говорил, что первоначальное понимание этого факта было такое, что около крестовидной борозды находятся особые двигательные клетки, исходные пункты двигательных импульсов по отдельным мускулам. Но вы можете понять, что такое представление противоречит моему толкованию деятельности больших полушарий. Я говорю, что большие полушария представляют концы разных анализаторных чувствительных нервов. А другое мнение такое, что в тех местах, где вы раздражением вызываете движение мышц, имеются простые двигательные центры, исходные пункты, от которых начинаются двигательные нервы.

Как же примирить эти два понимания? Состоят ли полушария из простых воспринимающих клеток, окончаний анализаторов, или они состоят из исходных центральных клеток, дающих двигательные импульсы? В настоящее время накопились факты, говорящие о том, что большие полушария заняты только концами анализаторов, клетками, воспринимающими импульсы, чувствительными, но не посылающими импульсы.

Вот факты, наиболее обращающие на себя внимание. Животное, как я вам говорил, когда вы вырезаете у него эти двигательные области, вовсе не делается паралитичным. Оно двигает мускулами, как и раньше, значит возможность двигать по приказанию из мозга мускулами у него не исчезла, исчезла только способность систематизировать эти движения. Если вы остановитесь на этом, то вы будете склонны признать, что в передних долях, в области крестовидной борозды мы имеем чувствительные клетки, сигнализирующие деятельность двигательного аппарата, а не двигательные центры, не клетки, при посредстве которых производится само движение. И работа двигательного анализатора состоит в том, чтобы систематизировать сигнальные раздражения для того, чтобы можно было исполнять точные движения.

Затем такой факт. Когда вы известное движение животного хотите привести в связь с высшим отделом больших полушарий, то вы, конечно, думаете о движении сложном, об условном рефлексе, о проявлении высшей нервной деятельности. И когда у вас собака движется и поворачивается на ваш зов, то вы должны думать, что это произошло за счет высшего отдела нервной системы. Это ясно. Теперь смотрите, что происходит дальше. Вы у собаки вырезали эти центры, о которых идет разговор, т. е. двигательные центры, от раздражения которых вы получаете движение, а собака все-таки движется в свободном пространстве и хотя и плохо, но идет, куда хочет; собака даже сейчас же поворачивается на зов и идет к вам. Что это значит?

Ясно, что перед вами высшая нервная деятельность, что паралича этой двигательной деятельности нет, а есть только несогласованность в движениях. Речь здесь может, очевидно, итти об уничтожении не двигательных клеток, а чего-то такого, при помощи которого эти движения систематизируются. И если вы наблюдаете эти факты, то масса подробностей говорит о том, что дело здесь идет о чувствительных клетках, которые способствуют отделке движений.

Вы помните, что в спинном мозгу следует различать два звена: центростремительное, воспринимающее, или чувствительное, как говорили раньше, и центробежное, двигательное, эффекторное. Было установлено, что звено центростремительное находится в задних рогах спинного мозга, а двигательное — в передних рогах. Весь рефлекс происходит таким образом, что раздражение идет сначала в чувствительные клетки, оттуда переходит в передний рог спинного мозга и затем в виде двигательных импульсов идет в мускулы. Далее было пока-

зано, что эти два звена отличаются и функционально. Удачными в этом отношении оказались опыты, основанные на различном отношении этих двух звеньев к ядам — стрихнину и карболовой кислоте. Опытами было обнаружено, что стрихнин действует только на воспринимающие, чувствительные клетки задних рогов и не раздражает двигательных клеток переднего рога. Карболовая же кислота действует как раз наоборот: она не раздражает чувствительных клеток, но раздражает двигательные.

При отравлении стрихнином получается тетаническое сокращение всех мускулов. Вы видели такую лягушку с напряженными лапами, откинутой головой, превратившуюся как бы в деревяшку. При отравлении же карболовой кислотой получаются клонические сокращения в виде подергиваний. Этот факт был проделан потом на низших животных, у которых эти центры порядочно отдалены и соединены между собой длинными нервами, как, например, у моллюсков. И тогда оказалось совершенно точно, что стрихнин, приложенный к одному месту, вызывает тетаническое сокращение мускулатуры, а карболовая кислота, будучи приложена к другому месту, вызывает клонические судороги. Эти факты — очень дорогое приобретение науки.

При помощи этой методики, оказавшейся очень точной и плодотворной, получилось дополнительное подтверждение моего толкования функций больших полушарий. Оказалось, что клетки больших полушарий реагируют только на приложение стрихнина, т. е. они относятся к стрихнину как воспринимающие, чувствительные клетки, а следовательно большие полушария состоят только из чувствительных клеток.

Тогда мы можем составить такой общий план строения больших полушарий. Это есть сплошь концы анализаторов, большое количество воспринимающих клеток.

Вы все-таки можете задать вопрос: почему же при раздражении известных мест больших полушарий получаются движения? Это можно объяснить. Ведь мы с известных пунктов кожи получаем совершенно точные движения. Вы помните, я прикасался к концу лапы лягушки, и она определенно двигала лапой, или, помните, мы клали бумажку с кислотой на бедро лягушки, и она очень точно сбрасывала бумажку другой ногой. Если это так, то почему же не может быть того же, когда я обращаюсь с моими раздражениями к большим полушариям? Ведь я там имею массу клеток, и пусть это всего лишь чувствительные клетки, а не двигательные, но я могу

всегда получить один и тот же эффект. Поэтому тот факт, что при раздражении известных мест больших полушарий всегда получается одинаковое движение, не есть еще доказательство, что в больших полушариях мы имеем двигательные пункты. Если же вы припомните то, что я говорил вам о двигательном анализаторе, то вы поймете все. Ведь если от сухожилий, суставных сумок идут чувствительные нервы в воспринимающие клетки, то понятно, что с этих воспринимающих клеток и будут получаться всегда рефлексы на мускулы. Таким образом открывается возможность понять деятельность больших полушарий с одной общей точки зрения, принимая, что большие полушария есть группа чувствительных клеток, т. е. окончания нервов всей воспринимающей системы организма, несущих раздражения от всевозможных поверхностей. Так можно представить себе функции больших полушарий.

Если вы вдумывались в сообщенные факты, то у вас должен возникнуть непременно еще один вопрос. Все-таки бросается в глаза огромная разница между животными без различных частей полушарий. С одной стороны, вы имеете животное с удаленными задними частями, которое по внешнему виду совершенно походит на нормальную собаку, кроме определенных частных уронов: оно не различает свою кличку, не может найти глазами пищу. В то же время другие собаки (Резвый, Новый и собака без больших полушарий) выглядят в высшей степени изуродованными животными. Ни к кому они не идут, еды не находят и ведут себя очень странно. Существует огромная разница между Русланом и этими двумя собаками, у которых повреждены передние доли. Действительно встает серьезный научный вопрос: как понимать устройство и функцию больших полушарий? Так ли, как я предлагаю, что полушария в целом состоят только из суммы отдельных анализаторов, или же нужно допустить, что в передних долях есть еще приборы с особыми функциями, которые и способствуют регулированию отношений животного к внешнему миру. Надо сказать вам, что в настоящее время высказаться категорически за одно или другое мнение было бы рискованно. Однако надо признаться, что гораздо больше данных можно привести в пользу первого представления, которое стоит за однообразие плана больших полушарий и за то, что они состоят только из анализаторов. Огромная же, бросающаяся в глаза разница между животными может быть объяснена различным значением для животного разных анализаторов, а именно: одни из анализаторов стоят в более близком соотношении к скелетной деятельности, которая больше всего бросается в глаза при

внешнем наблюдении. Ведь и уродливость наших собак в том и состоит, что у них страшно искажена двигательная деятельность.

Теперь вопрос: действительно ли находится двигательная деятельность в большей зависимости от одних анализаторов, чем от других? Можно сказать с достаточным основанием, что деятельность скелетной мускулатуры зависит больше всего от кожного анализатора и от самого двигательного анализатора. Представьте себе человека без осязания. Для него возникает масса затруднений при ориентировке в пространстве. У него будет масса бестолковых, неаккуратных движений. Точно так же можно представить себе, что этот чрезвычайно уродливый вид собак объясняется тем, что у них удалены передние доли полушарий, где имеются кожный и двигательный анализаторы, которыми прежде всего и определяется деятельность скелетной мускулатуры. Что такое мнение справедливо, имеется очень хорошее доказательство, которое основано на том, что изучение этих сложных отношений оказалось возможным на слюнной железе путем получения условных рефлексов.

Я вам сейчас и докажу это. Дело вот в чем. Вы вырезали передний отдел больших полушарий, где находятся кожный и двигательный анализаторы. Оперированная собака представляет собой в высшей степени уродливое животное. Судя по ее поведению, надо сказать, что она «глубокий идиот», если выражаться обыденным или психологическим языком. Но перемените только пункт вашего наблюдения и вместо того, чтобы смотреть на деятельность собаки, как эта деятельность проявляется на скелетной мускулатуре, посмотрите на слюнную железу и вы будете немало удивлены, так как слюнная железа работает совершенно исправно и сохранила все сложные отношения к внешнему миру. Вы можете получить на этой собаке обыкновенный условный рефлекс, который и угасает, и может быть расторможен, и т. д. Так что вся «дикость» поведения собаки проявляется только в деятельности скелетной мускулатуры.

Если вы имеете такой факт, то это будет довод считать, что вся уродливость животного произошла только от разрушения кожного и двигательного анализаторов. Судя о животном только по внешним движениям, вы способны сказать, что это животное «полнейший идиот» и что в мозгу у него, в его нервной деятельности произведен страшный разгром. Но если вы посмотрите на эту сложную нервную деятельность на других органах, то увидите, что там она вполне нормальна. Так решается этот вопрос.

Я вернусь теперь назад. Я приведу вам еще доказательства в пользу существования двигательного анализатора.

Ведь вы мне можете задать вполне законный вопрос: «Позвольте, если Вы верно говорите, что существует двигательный анализатор, состоящий из клеток, воспринимающих раздражение с внутренней поверхности и двигательного аппарата, то в таком случае эти чувствительные клетки можно связать с условными рефлексами. Раз подобные рефлексы можно было устроить с концов других анализаторов, то они должны получиться и с концов двигательного анализатора». И такой опыт действительно сделан.

В прошлом году весной доктор Красногорский образовал у собаки условный рефлекс на сгибание суставов. Когда он натягивал суставные сумки, производил растяжение сочленовой поверхности, то текла слюна. Можно возразить: «Почему Вы думаете, что рефлекс получился от сочленовой поверхности? Может быть, здесь рефлекс получился с кожи?». Тогда были поставлены специальные опыты, которые показали, что раздражение, вызывающее рефлекс, шло именно от двигательного аппарата. Оказалось, что кожный анализатор и двигательный анализатор местно разделены. Можно проделать такой опыт. Удалить то место больших полушарий, где находится кожный анализатор. В таком случае я с кожи рефлекса получить уже не смогу, потому что орган временных связей кожи будет испорчен. А одновременно с этим я отлично могу образовать условный рефлекс со сгибания и разгибания ноги. Этим и доказывается, что, кроме кожного анализатора, существует еще отделенный от него пространственно двигательный анализатор.

Вот вам изображение деятельности больших полушарий, как оно открывается по самым последним исследованиям.

Большие полушария являются, таким образом, аналогами задних рогов спинного мозга. В них происходит вся созидательная нервная работа, вся координация и систематизация нервной деятельности. Передние же рога спинного мозга имеют чисто рабочее значение.

Здесь нарисована схема рефлекторной дуги: центростремительный нерв, воспринимающая, чувствительная клетка, двигательная клетка и центробежный нерв. Повторяю: из чувствительной клетки, аналогом которой являются анализаторы, можно образовать рефлексы, а из передней двигательной клетки рефлекса образовать нельзя. Поэтому, если бы большие полушария были аналогами передних рогов, как думают некоторые, т. е. состояли бы из двигательных центров, то тогда никаких

условных рефлексов не было бы. Двигательные центры — это последние инстанции, и в них никакой перегруппировки раздражений быть не может.

Возникает вопрос: как координируются между собой отдельные анализаторы? Одного связующего звена между ними, особого связующего центра, по-моему, нет. Большие полушария состоят только из анализаторов, причем одни анализаторы связаны между собой тесней, а другие не так тесно. Я стою на этом. Но известная часть фактов располагает и к той мысли, что над всеми анализаторами существует особый связующий отдел, который командует всем. Это вопрос, который теперь решается.

Я вам добавлю и объясню еще ряд очень интересных и поучительных явлений. Если вы у собаки вырезаете полностью большие полушария, то наблюдается следующий факт, описанный Гольцем и доктором Зеленым. Именно, собака без больших полушарий может ходить на второй-третий день. А если вы у собаки, как, например, у Нового, удалили только переднюю часть больших полушарий, то такая собака не может стать на ноги целую неделю. Получается с первого взгляда абсурд. Если вырезаете все, так собака находится в лучшем состоянии, чем если у нее часть больших полушарий оставить. Но факт относительно ходьбы совершенно отчетливый, что животное без больших полушарий более совершенно в этом отношении, чем животное без передней части больших полушарий. Получается странность. Больше вырезать — выходит лучше. Факт этот можно понимать так: ходьба — это двигательный акт, который совершается по-разному и регулируется в нескольких этажах нервной системы. Известная локомоция движений может исполняться за счет нескольких частей нервной системы, иногда и за счет спинного мозга. Например, у курицы можно отрубить голову, а курица все-таки может летать потом по двору. Это делается без всего головного мозга. Словом, я говорю, что этот локомоторный акт может быть воспроизведен в нескольких конструкциях, как в высших, так и в низших, причем разница между этими этажами состоит в том, что раз движение исходит из высшего отдела, то оно сложнее и точнее бывает приспособлено к внешней среде. Так что, если я прикоснулся к верхней конструкции и не удалил ее полностью, то у меня и получается в высшей степени отрывочная и беспорядочная деятельность, хотя и с признаками сложности, так как от двигательной деятельности остались лишь нескомбинированные обрывки. Другое дело, если вы верхнюю конструкцию удалили совершенно и у вас осталась полностью низшая конструкция.

Оперированная так собака как бы не ставит себе сложных заданий, но зато поставленные простые исполняет хорошо. Собака же с обрывками высшей конструкции не может так хорошо работать низшим аппаратом, так как в ход работы вмешиваются эти обрывки и вносят путаницу.

Вы видите, что это очень интересный факт и из него возникает, так сказать, известное правило нервной деятельности, что если нехватает ресурсов, то выгоднее работать просто, чем браться за сложную работу. И вот, если вы, приняв во внимание эти соображения, всмотритесь в животное, у которого локомоторная конструкция повреждена в высшем отделе, то вы увидите, что такое животное решает сразу несколько задач. Оно, например, чешется одновременно и в одном и в другом месте, и понятно, падает. Следовательно, если имеется сложный прибор, то там необходима систематизация, преемственность работы. Ведь очень хорошо известно, что в сложном деле требуется порядок, а раз его нет, то оно хуже, чем простое. Значит, в сложном приборе идут постоянно два процесса, с которыми я вас знакомил — процесс торможения и процесс раздражения, которые и стоят на страже этой преемственности акта, не позволяют организму браться сразу за несколько задач и следят за тем, чтобы во время исполнения одной работы, другая ждала бы своей очереди, чтобы не получилось хаоса, совмещения несовместимых вещей.

Видите, какая это интересная область! Какие здесь захватывающие вопросы! Это и естественно. Ведь это верх нашего существа, механизм высших отделов нервной системы, то, чем мы живем, в чем видим самую глубокую загадку жизни. Что может быть интереснее этого! И наука накладывает на это свою руку. На этом пути физиологическое исследование ждут несомненные успехи.

Расставаясь с вами, я хочу надеяться, что все то, что я говорил и показывал вам, не пройдет для вас бесследно. В заключение сделаю еще одно практическое замечание. Вы от меня слышали изложение учения о высшей нервной деятельности при помощи условных рефлексов. На четвертом курсе вам будут говорить о том же, но вы встретитесь там с названием «сочетательный рефлекс», и я боюсь, что это новое изложение предмета произведет в ваших головах путаницу. Так вы знайте, что сочетательный и условный рефлекс одно и то же. Я беру, положим, слюнную железу. Слюнная железа стоит в сложном отношении к внешнему миру, и это сложное отношение я на ней и изучаю. Но вы понимаете, что для изучения этой деятельности я могу взять и другой орган, например скелетную мус-

кулатуру. Со скелетной мускулатурой можно точно так же связывать условные рефлексы, это выходит еще очевидней. Все дело в методике. Можно изучать нервную деятельность как угодно, но нужно только, чтобы изучение велось вполне научно.

Естественно, что я, который пустил в ход эти рефлексы, стою за название «условный рефлекс» — название, которое я и оправдал перед вами. В. М. Бехтерев приступил к изучению этого предмета позже и почему-то переименовал эти условные рефлексы в «сочетательные рефлексы». Но дело не в названии.



СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Стр.

Физиология кровообращения

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии Наук СССР

*

Редактор издания
Э. Ш. АЙРАПЕТЬЯНЦ

*

Художник *С. Н. Тарасов*
Технический редактор *А. В. Смирнова*
Корректор *А. С. Малютина*

*

РИСО АН СССР № 4856. Подписано к печати 10/VI 1952 г. М-34552. Бумага 60×92/16. Бум. л. $15^3/_8$. Печ. л. $30^3/_4$. Уч.-изд. л. 27.11+1 вклейка (0.06 уч. л.). Тираж 20 000. Зак. № 358. Номинал по прейскуранту 1952 г. 20 р. 50 к.

1-я типография Издательства Академии Наук СССР. Ленинград, В. О., 9 линия, д. 12.